目录

一　光敏扩展套件 ..... - 9 -

1．1 用途 ..... - 9 -
1．2 认识一下光敏扩展套件 ..... - 10 -
1．3 自己动手制作光敏扩展卡 ..... - 11 -
1．3．1 电路原理图 ..... - 11 -
1．3．2 制作光敏扩展卡 ..... - 11 -
1．4 使用方法 ..... - 13 -
1．4．1 光敏扩展卡的安装 ..... - 13 -
1．4．2 光敏扩展卡的调试 ..... - 14 -
1．4．3 用流程图编写光敏扩展卡应用程序 ..... - 15 -
1．4．4 自己动手试一试 ..... - 17 -
1．5 你问我答 ..... - 18 -

二　红外接收扩展卡 ..... - 19 -

2．1 用途 ..... - 19 -
2．2 认识一下红外接收扩展卡 ..... - 20 -
2．3 自己动手制作红外接收扩展卡 ..... - 21 -
2．3．1 电路原理图 ..... - 21 -
2．3．2 制作红外接收扩展卡 ..... - 21 -
2．4 使用方法 ..... - 23 -
2．4．1 红外接收扩展卡的安装 ..... - 23 -
2．4．2 红外接收扩展卡的调试 ..... - 24 -
2．4．3 通过数字口(PA1 或 PA2)扩展红外接收传感器 ..... - 26 -
2．5 你问我答 ..... - 28 -

三　红绿灯卡 ..... - 29 -

3．1 用途 ..... - 29 -
3．2 认识一下红绿灯卡 ..... - 30 -
3．3 红绿灯卡的制作 ..... - 31 -
3．3．1 电路原理图 ..... - 31 -
3．3．2 制作红绿灯卡 ..... - 31 -
3．4 使用方法 ..... - 34 -
3．4．1 红绿灯卡的安装 ..... - 34 -
3．4．2 红绿灯卡的调试 ..... - 35 -

3．4．3 用流程图编写红绿灯卡应用程序 - 36 -
3．5 你问我答 - 38 -

四　远红外火焰扩展套件 - 39 -

4．1 用途 - 39 -
4．2 认识一下远红外火焰探头 - 40 -
4．3 使用方法 - 41 -
4．3．1 远红外火焰探头的安装 - 41 -
4．3．2 远红外火焰探头的检测 - 43 -
4．3．3 用流程图编写远红外火焰传感器程序 - 44 -
4．3．4 远红外火焰探测接口卡 - 45 -
4．3．5 自己动手试一试 - 47 -
4．4 硅光电二极管简介 - 48 -
4．5 你问我答 - 50 -

五　地面灰度检测卡 - 51 -

5．1 用途 - 51 -
5．2 认识一下地面灰度检测卡 - 52 -
5．3 使用方法 - 55 -
5．3．1 地面灰度检测卡的安装 - 55 -
5．3．2 地面灰度检测卡的调试 - 56 -
5．3．3 用流程图编写地面灰度检测卡测试程序 - 57 -
5．4 地面灰度检测卡原理图 - 59 -
5．5 你问我答 - 59 -

六　I/O 扩展卡 - 61 -

6．1 用途 - 61 -
6．2 认识一下 I/O 扩展卡 - 62 -
6．3 使用方法 - 63 -
6．3．1 I/O 扩展卡的安装 - 63 -
6．3．2 准备 I/O 扩展卡测试部件 - 64 -
6．3．3 自己动手制作测试部件 - 65 -
6．3．4 选择地址通道 - 67 -
6．3．5 检测数字输出通道 - 67 -
6．3．6 检测输入通道 - 69 -
6．3．7 用流程图编写 I/O 扩展卡应用程序 - 70 -
6．3．8 自己动手试一试 - 72 -

6．4 技术参数 - 74 -
6．5 你问我答 - 74 -

七　金属检测卡 - 76 -

7．1 用途 - 76 -
7．2 认识一下金属检测卡 - 76 -
7．3 自己动手制作金属检测接口卡 - 77 -
7．3．1 电路原理图 - 77 -
7．3．2 制作金属检测接口卡 - 77 -
7．4 使用方法 - 79 -
7．4．1 金属检测卡的安装 - 79 -
7．4．2 金属检测卡的调试 - 79 -
7．4．3 用流程图编写金属检测卡程序 - 80 -
7．5 技术参数 - 83 -
7．6 你问我答 - 84 -

八　红外测距卡 - 85 -

8．1 用途 - 85 -
8．2 认识一下红外测距卡 - 86 -
8．3 使用方法 - 88 -
8．3．1 红外测距卡的安装 - 88 -
8．3．2 红外测距卡的调试 - 90 -
8．3．3 用流程图编写红外测距卡程序 - 91 -
8．3．4 用红外测距卡测量距离 - 93 -
8．4 红外测距卡原理图 - 95 -
8．5 PSD 测距原理 - 96 -
8．6 技术参数 - 99 -
8．7 你问我答 - 100 -

九　超声测距卡 - 101 -

9．1 用途 - 101 -
9．2 认识一下超声测距卡 - 102 -
9．3 使用方法 - 103 -
9．3．1 超声测距卡的安装 - 103 -
9．3．2 超声测距卡的调试 - 105 -
9．3．3 自己动手试一试 - 107 -
9．4 超声测距原理 - 108 -

9．5 技术参数 - 112 -
9．6 你问我答 - 112 -

十　可录放声卡 - 114 -

10．1 用途 - 114 -
10．2 认识一下可录放声卡 - 115 -
10．3 使用方法 - 116 -
10．3．1 可录放声卡的安装 - 116 -
10．3．2 可录放声卡的调试 - 117 -
10．3．3 利用运行键进行录放与语音段选择 - 118 -
10．4 自己动手试一试 - 121 -
10．5 技术参数 - 124 -
10．6 你问我答 - 124 -

十一　数字指南针 - 126 -

11．1 用途 - 126 -
11．2 认识一下数字指南针 - 127 -
11．3 使用方法 - 128 -
11．3．1 数字指南针的安装 - 128 -
11．3．2 数字指南针的调试 - 129 -
11．3．3 自己动手试一试 - 131 -
11．3．4 用流程图编写数字指南针程序 - 132 -
11．4 学一点硬件知识 - 135 -
11．5 你问我答 - 138 -

十二　温度检测卡 - 141 -

12．1 用途 - 141 -
12．2 认识一下温度检测卡 - 142 -
12．3 使用方法 - 143 -
12．3．1 温度检测卡的安装 - 143 -
12．3．2 温度检测卡的调试 - 143 -
12．4 自己动手试一试 - 144 -
12．5 技术参数 - 146 -
12．6 你问我答 - 146 -

十三　无线通讯模块 - 148 -

13．1 用途 - 148 -

13．2 认识一下无线通讯模块 - 149 -
13．3 使用方法 - 150 -
13．3．1 无线通讯模块的安装 - 150 -
13．3．2 无线通讯模块的调试 - 153 -
13．3．3 用流程图编写无线通讯收发程序 - 155 -
13．4 无线数传模块 - 158 -
13．4．1 无线数传模块特点 - 158 -
13．4．2 通讯接口定义 - 158 -
13．4．3 通讯方式 - 159 -
13．5 技术参数 - 160 -
13．6 你问我答 - 160 -

十四　气敏传感器 - 163 -

14．1 用途 - 163 -
14．2 认识一下气敏传感器 - 164 -
14．3 使用方法 - 170 -
14．3．1 气敏传感器的安装 - 170 -
14．3．2 气敏传感器的调试 - 170 -

十五　多功能扩展卡 - 174 -

15．1 用途 - 174 -
15．2 认识一下多功能扩展卡 - 175 -
15．3 使用方法 - 177 -
15．3．1 多功能扩展卡的安装 - 177 -
15．3．2 准备多功能扩展卡测试部件 - 178 -
15．3．3 自己动手制作测试部件 - 180 -
15．3．4 检测数字输入通道 - 182 -
15．3．5 检测数字输出通道 - 183 -
15．3．6 检测模拟输入通道 - 184 -
15．3．7 检测电机控制输出端口 - 186 -
15．3．8 检测捕捉口 - 187 -
15．3．9 自己动手试一试 - 189 -
15．3．10 用多功能卡控制 AS-EI 工程创新套件 - 190 -
15．4 学一点硬件知识 - 192 -
15．4．1 数字输入端口 - 192 -
15．4．2 数字输出端口 - 193 -
15．4．3 模拟输入端口 - 194 -

15．4．4 电机控制输出口 - 195 -
15．4．5 输入捕捉口 - 195 -
15．5 技术参数 - 196 -
15．6 你问我答 - 197 -

十六 伺服电机驱动卡 - 198 -

16．1 用途 - 198 -
16．2 认识一下伺服电机驱动卡 - 200 -
16．3 使用方法 - 201 -
16．3．1 伺服电机驱动卡的安装 - 201 -
16．3．2 准备伺服电机驱动卡测试部件 - 202 -
16．3．3 检测伺服电机通道 - 203 -
16．3．4 检测直流电机通道 - 205 -
16．3．5 用伺服电机驱动卡控制手臂或昆虫机器人 - 209 -
16．4 技术参数 - 211 -
16．5 你问我答 - 212 -

十七 AS-MII 主板 - 214 -

17．1 主板概述 - 214 -
17．2 主板常见问题解答 - 215 -
17．2．1 ASBUS 总线 - 215 -
17．2．2 驱动伺服电机 - 215 -
17．2．3 给电机单独供电 - 218 -
17．2．4 调节红外探头灵敏度 - 219 -
17．2．5 运行键的使用 - 220 -
17．2．6 编写自己的库函数 - 221 -
17．2．7 同时下载多个 JC 文件 - 222 -

十八 无线摄像机 - 224 -

18．1 用途 - 224 -
18．2 认识一下无线摄像机 - 225 -
18．3 使用方法 - 227 -
18．4 无线摄像机应用 - 228 -
18．5 问题解答 - 229 -

十九 灭火风扇装置 - 231 -

19．1 用途 - 231 -

19．2 认识一下灭火风扇 - 232 -
19．3 使用方法 - 233 -
19．3．1 灭火风扇的安装 - 233 -
19．3．2 灭火风扇装置的调试 - 234 -
19．3．3 用流程图编写灭火风扇测试程序 - 235 -
19．4 你问我答 - 237 -

二十 灭火比赛套件 - 238 -

20．1 用途 - 238 -
20．2 认识一下灭火比赛套件 - 239 -
20．3 安装步骤 - 240 -
20．4 灭火演示 - 241 -
20．4．1 灭火场地 - 241 -
20．4．2 灭火例程 - 241 -
20．4．3 调试 - 244 -
20．5 实际灭火比赛策略 - 245 -
20．5．1 灭火路径的优化 - 245 -
20．5．2 火焰定位 - 245 -
20．5．3 灭火方式 - 246 -
20．6 灭火比赛规则 - 247 -

二十一 能力风暴足球 - 248 -

21．1 用途 - 248 -
21．2 装箱清单 - 249 -
21．3 使用注意事项 - 249 -
21．4 技术参数 - 250 -

二十二 踢球装置 - 251 -

22．1 用途 - 251 -
22．2 装箱清单 - 252 -
22．3 安装方法 - 253 -

二十三 足球比赛套件 - 255 -

23．1 用途 - 255 -
23．2 认识一下足球比赛套件 - 256 -
23．3 安装步骤 - 257 -
23．4 机器人足球比赛简介 - 258 -

23．5 机器人足球比赛规则 - 259 -

附录一　常用电子元器件识别 - 260 -

1．1 电阻 - 260 -
1．1．1 电阻种类 - 260 -
1．1．2 电阻标志法 - 260 -
1．1．3 电阻的额定功率 - 262 -
1．1．4 其它类型的电阻 - 262 -
1．2 电容 - 263 -
1．1．1 电容种类 - 263 -
1．1．2 电容标志法 - 263 -
1．2．3 电容误差表示法 - 264 -
1．3 电感 - 264 -
1．4 二极管 - 264 -
1．4．1 二极管的识别 - 265 -
1．4．2 二极管的测试 - 265 -
1．4．3 二极管的测试 - 265 -
1．5 稳压二极管 - 265 -
1．5．1 稳压二极管稳压原理 - 265 -
1．5．2 常用稳压二极管稳压值 - 266 -
1．6 三极管 - 266 -

附录二　常见可充电电池简介 - 268 -

2．1 镍镉电池 - 268 -
2．2 镍氢电池 - 269 -
2．3 锂离子电池 - 270 -
2．4 可充电电池比较 - 271 -

附录三　微型伺服电机 - 276 -

3．1 工作原理 - 276 -
3．2 伺服电机内部结构 - 277 -

附录四 能力风暴扩展卡的改造 - 280 -

一　光敏扩展套件

1．1 用途

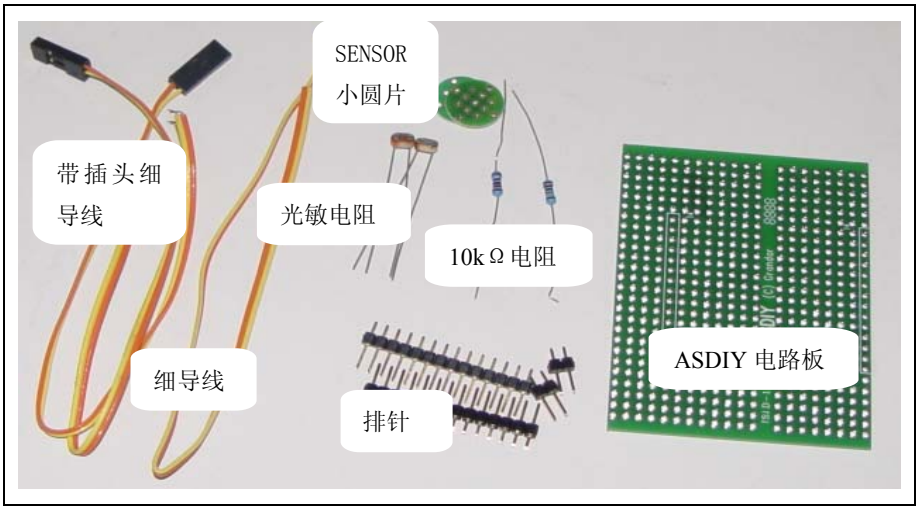
光敏扩展套件以散件的形式提供，用来装配光敏扩展卡，光敏扩展卡利用能力风暴机器人扩展槽上的 3 个模拟输入口 PE5、PE6、PE7，作为光敏传感器的输入口来扩展光敏传感器。

利用光敏扩展套件可增强机器人在灭火比赛中的寻找火源能力等。

1．2 认识一下光敏扩展套件

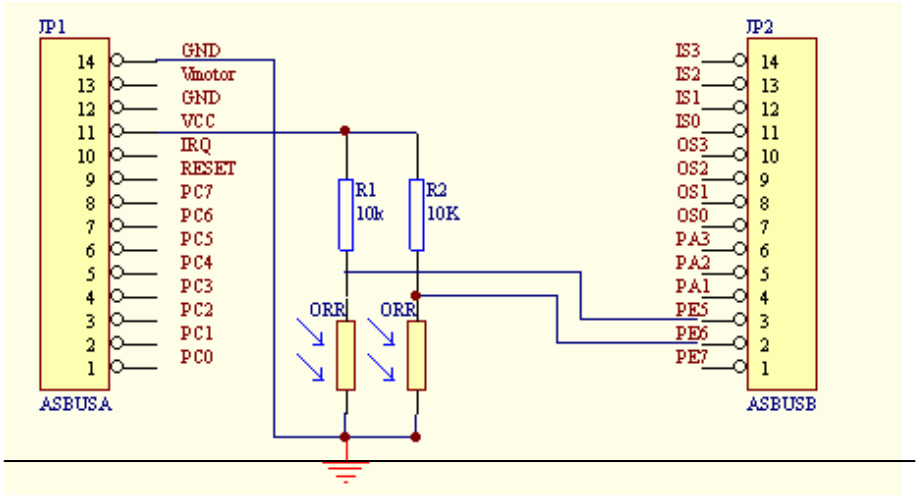
打开光敏扩展套件包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
ASDIY 电路板	1
光敏电阻	2
10kΩ电阻	2
排针	4
带插头细导线	2
细导线	1
SENSOR 小圆片	2
塑料圆环	2
产品合格证	1



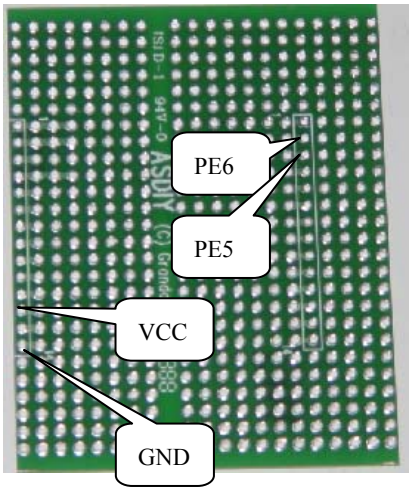
1．3 自己动手制作光敏扩展卡

1．3．1 电路原理图



1．3．2 制作光敏扩展卡

按下面步骤制作光敏扩展卡：



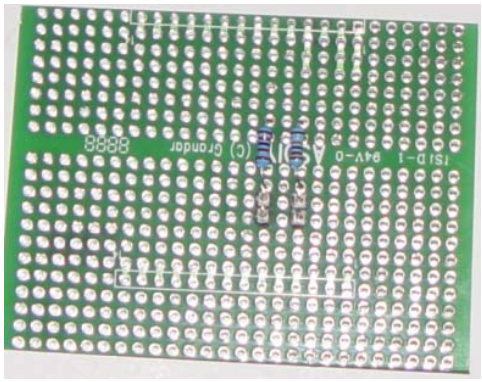
确定 ASDIY 电路板地和电源以及 PE5、PE6。ASDIY 电路板有字的一面为正面，另一面为反面。电路板上有 ASBUSA 和 ASBUSB 标记，靠边的为 ASBUSA，另一个为 ASBUSB。地和电源以及 PE5、PE6 在电路板上位置分别为

GND：ASBUSA(14)

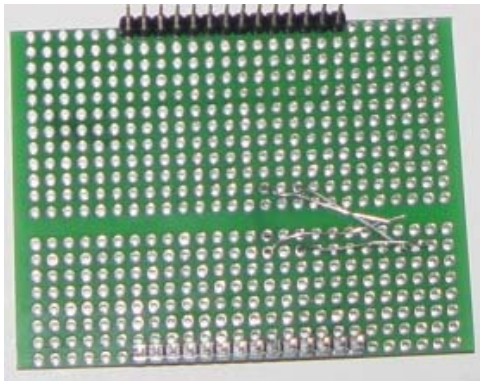
VCC：ASBUSA(11)

PE5： ASBUSB(3)

PE6： ASBUSB(2)



将电阻和二芯插针插在电路板上适当位置，然后按照原理图用电烙铁焊好。



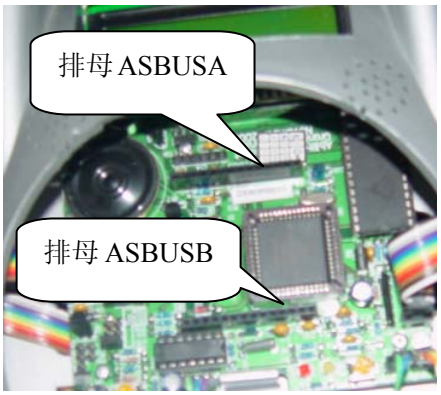
将两组 14 芯插针插在电路板反面 ASBUSA 和 ASBUSB 插孔中，然后用电烙铁焊好。注意插针位置不要错位，插针的方向不要插反，应将插针短的一边焊在电路板上，长的一端用来插到机器人 ASBUS 排母上。由于排针较多，如焊错修改起来很麻烦，因此在焊前请仔细核对。

将光敏电阻插在 SENSOR 小圆片上，用电烙铁焊好。然后用电线将光敏电阻与接线端子连接起来。最后将光敏电阻用塑料环套好，以屏蔽其它方向的光线。这样就做好了一个光敏传感器。

用同样方法做出另一个光敏传感器。

1．4 使用方法

1．4．1 光敏扩展卡的安装



将焊好的电路板 ASBUSA、ASBUSB 上排针对准能力风暴机器人主板上的 ASBUS 总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不要插反。

将光敏电阻插到电路板的二芯插针上。插针没有方向性，直接插上去就行了。

1．4．2 光敏扩展卡的调试

光敏扩展卡正确安装之后，将下面的测试程序下载到机器人中。测试程序也可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 light_test1.jc。

```
void main()
{
    int iL,iR;
    while(1)
    {
        iL = analogport(5);
        iR = analogport(6);
        printf("L=%d,R=%d\n",iL,iR);
        wait(0.2);
    }
}
```

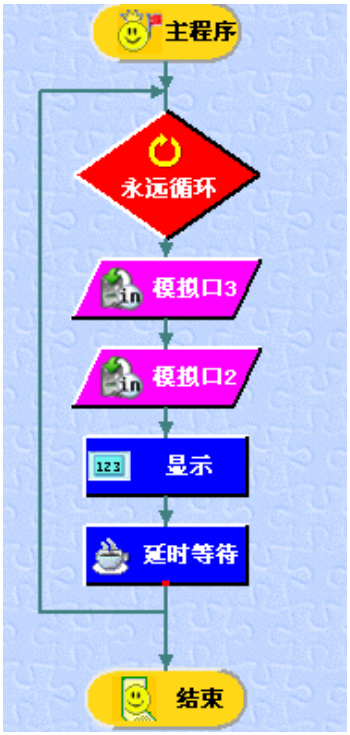
然后开始运行，将光敏电阻对准不同强度的光线，机器人显示屏上的数据会相应地发生变化。如果数据没变化，请仔细检查一下电路板的接线是否正确，是否有虚焊，插针是否插对。

1．4．3 用流程图编写光敏扩展卡应用程序

在 VJC1.5 开发版中，我们也可以用流程图编写光敏扩展卡的测试程序，如下所述。该测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为 “配件使用手册\测试程序”目录下 light_test2.flw”。

编写光敏扩展卡的流程图测试程序，需用 AS 多功能扩展卡中“模拟输入”图形模块。

编写流程图如左。



设置程序中相关模块的参数，使之生成下图所示的代码：

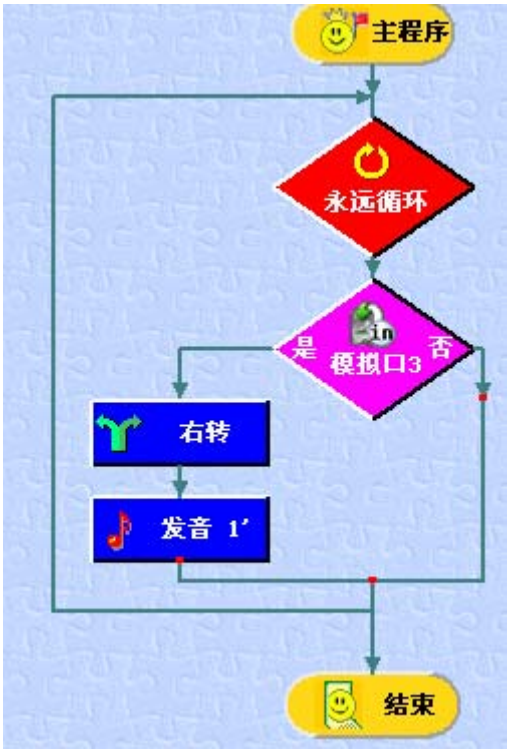
```
int ma_1=0;
int ma_2=0;
void main()
{
    while(1)
    {
        ma_1 =analogport(6);
        ma_2 =analogport(5);
        printf( "ma_1 =%d    ma_2 =%d\n",ma_1,ma_2 );
        wait( 0.200000 );
    }

}
```

下载运行程序，在不同光照环境中，观察机器人显示屏上的数据。

1．4．4 自己动手试一试

如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了光敏扩展卡的测试工作。只要机器人显示的数据随着光线的变化而变化，就表明您制作的光敏扩展卡可以正常工作了。

下面我们通过一个简单的“叫人起床”程序演示一下光敏扩展卡的功能。我们用光敏扩展卡上的光敏电阻作为机器人的眼睛。当机器人发现天亮时，就开始运动起来，并发出声音，叫人起床。 这段代码也可以在附带光盘中找到。程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的light_test3.flw。



1．5 你问我答

光敏扩展卡通道怎么确定	按照电路原理图，光敏扩展卡将光敏信号通过ASBUSB 上 PE5、PE6 模拟输入口输入到主板微处理器中，PE5、PE6 分别对应的模拟通道为 5、6，因此光敏扩展卡应通过调用函数 analogport(5)、analogport(6)读取输入信号。
光敏扩展卡可以接入更多光敏探头吗	可以，通过 ASBUSB 上 PE7 接入，方法与 PE5、PE6 相同，通过调用函数 analogport(7)读取信号。
光敏扩展卡能和其它扩展卡一起使用吗	只要其它扩展卡的不通过 PE5、PE6 模拟通道读取数据，都可以与光敏扩展卡配合一起使用。
光敏扩展卡和其它扩展卡输入通道冲突了怎么办	如果只有一个通道冲突，可以将光敏信号中的一路通过 PE7 输入微处理器。
光敏扩展卡安装好后其它扩展卡怎么安装	ASDIY 电路板上 ASBUSA 和 ASBUSB 旁边的排孔已经与总线的排孔预先并联在一起，其它扩展卡可通过这两排导孔进行叠加。
光敏扩展卡能接远红外火焰探头吗。	能，远红外火焰探头有方向性，将其插到电路板插针上时要注意方向性。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

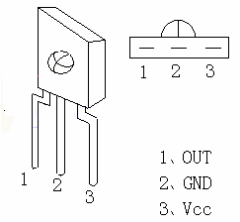
二　红外接收扩展卡

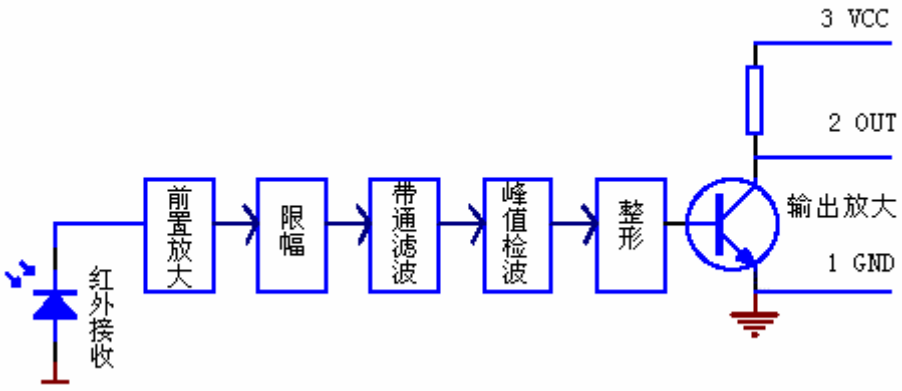
2．1 用途

红外接收扩展卡可扩展机器人红外测障的范围，与机器人自带的红外接收传感器一起能快速探测障碍物。

小知识

红外接收扩展卡中最主要器件为红外接收传感器。红外接收传感器通常由红外接收二极管与放大电路组成。我们使用的红外接收传感器将红外接收管与放大电路集成在一体，封装在一个金属屏蔽盒里，体积小（大小与一只中功率三极管相当），密封性好，灵敏度和抗干扰性都非常好。它仅有三条管脚，分别是电源正极、电源负极以及信号输出端，其工作电压在 5V 左右。只要给它接上电源即是一个完整的红外接收放大器，使用十分方便。可以说是一个接收红外信号的理想装置。



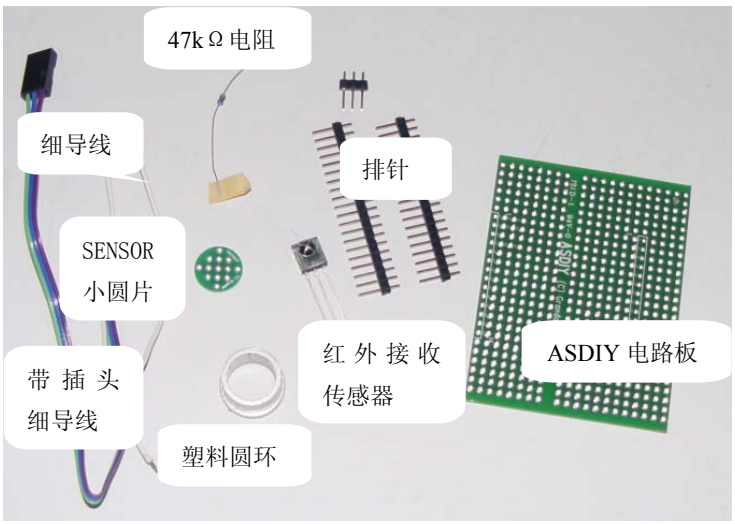


红外接收传感器内部原理图

2．2 认识一下红外接收扩展卡

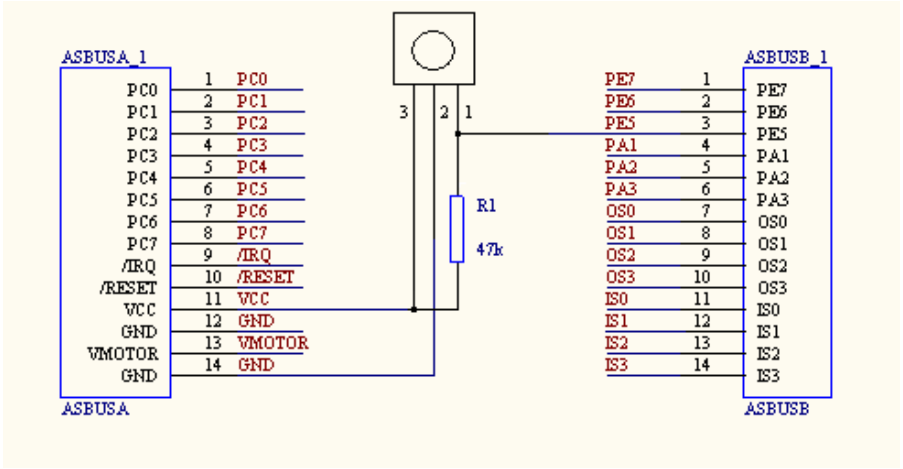
打开红外接收扩展卡包装盒，可以看到里面有以下元件。请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
ASDIY 电路板	1
红外接收传感器	2
47kΩ电阻	2
排针	3（14 针 2 排，3 针 1 排）
带插头细导线	2
细导线	1
塑料圆环	1
SENSOR 小圆片	2
使用说明书（光盘）	1
产品合格证	1



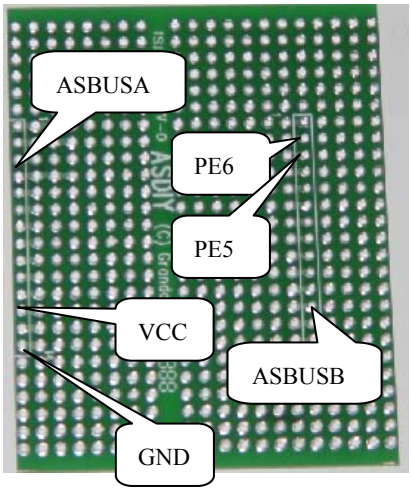
2．3 自己动手制作红外接收扩展卡

2．3．1 电路原理图



2．3．2 制作红外接收扩展卡

按下面步骤制作红外接收扩展卡

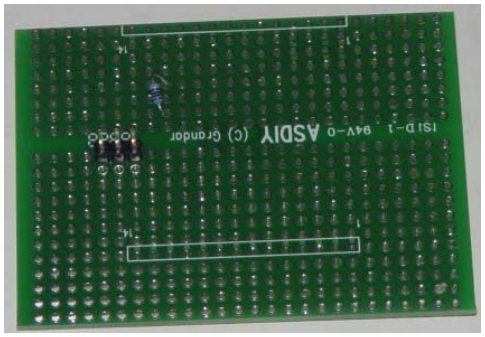


确定 ASDIY 电路板地和电源以及 PE5。在 ASDIY 电路板有字的一面为正面，另一面为反面，电路板上 ASBUSA 和 ASBUSB 上有白框标记，靠边的为 ASBUSA，另一个为 ASBUSB。地和电源以及 PE5 在电路板上位置分别为

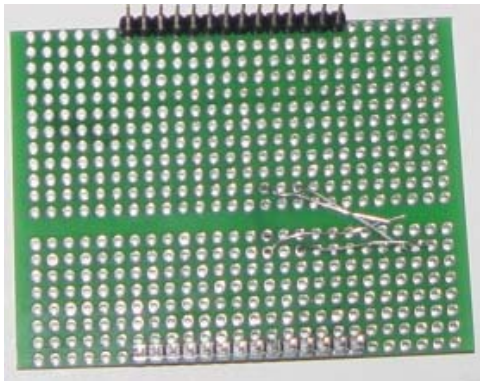
GND：ASBUSA(14)

VCC：ASBUSA(11)

PE5： ASBUSB(3)



将电阻和三芯插针在电路板上适当位置插好，然后按照原理图用电烙铁焊好。



将两组 14 芯插针插在电路板反面 ASBUSA 和 ASBUSB 处插孔中，然后用电烙铁焊好。注意插针位置不要错位，插针的方向不要插反，应将插针短的一边焊在电路板上，长的一端用来插到机器人 ASBUS 排母上。由于排针较多，如焊错修改起来很麻烦，因此在焊前请仔细核对。

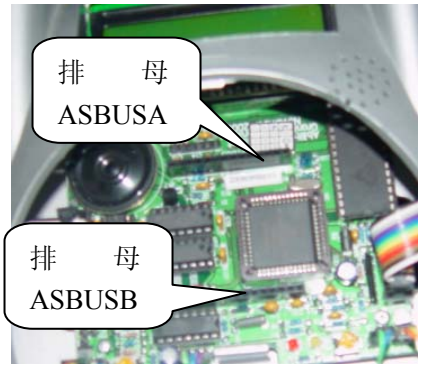
将红外接收传感器插在 SENS OR 小圆片上，用电烙铁焊好。其次用导线将红外接收传感器与接线端子连接起来。然后在红外接收传感器外面套上塑料圆环。传感器管脚含义为：

管脚 1：信号
管脚 2：地
管脚 3：电源

这样就完成了红外接收扩展卡的制作。

2．4 使用方法

2．4．1 红外接收扩展卡的安装



将焊好的扩展卡上的排针对准能力风暴机器人主板上的总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不要插反。

将红外接收传感器插到扩展卡插针上。红外接收传感器具有方向性，因此不要插反。

2．4．2 红外接收扩展卡的调试

红外接收扩展卡按上述方法正确安装之后，将下面的测试程序下载到机器人中。测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 infrared_test1.jc。

```
void main()
{
    int iIr;
    int iPort = 5;
    while(1)
    {
        iIr = ir_detect_pe(iPort);
        printf("ir = %d",iIr);
        wait(0.2);
    }
}
int ir_detect_pe(int port)
{
    int val1, val2, val3;
    /* port 值的允许范围是[5,6,7]   */
    if(port<5) return 0;
    /*  检测接收到的背景红外信号  */
    val1 = peek(0x100A) & (0b01 << port);
    /*  打开左红外发射传感器, PD2 口  */
    bit_set(0x1008,0b0100);

    msleep(1L);
    /*  检测接收到的红外信号  */
    val2 = peek(0x100A) & (0b01 << port);
    /*  关闭左红外发射传感器  */
    bit_clear(0x1008,0b0100);
    /*  打开右红外发射传感器, PD3 口  */
    bit_set(0x1008,0b1000);
    msleep(1L);
```

```
    /* 检测接收到的红外信号 */
    val3 = peek(0x100A) & (0b01 << port);
    /* 关闭所有红外发射传感器 */
    bit_clear(0x1008,0b1100);

    return ((val1 & ~val2) >> (port-1)) | ((val1 & ~val3) >> port);
}
```

将红外接收扩展卡固定到机器人自带红外传感器的上方，方向向前，将障碍物放在机器人左、右、前方位置，观察机器人显示屏上的读数，读数含义为

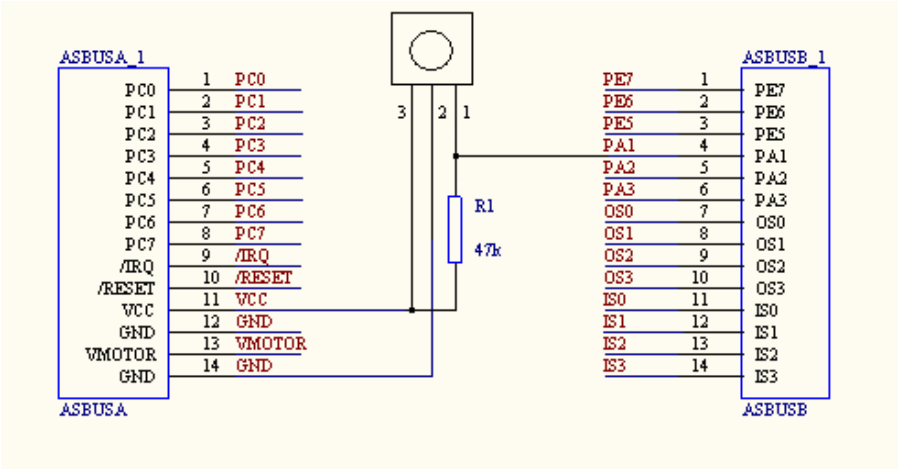
1：左，2，右，3，前。

如果数据不正确，请仔细检查一下电路板的接线是否正确，是否有虚焊，插针是否插对。

在实际应用中进行红外接收扩展时，红外接收传感器不一定装在机器人前方，这时需要同时扩展红外发射器。扩展红外发射器的方法比较简单，只需在机器人主板左右红外发射口上并联新的红外发射器即可。在安装时，将扩展的红外发射器安装在红外接收传感器两侧，安装方式可参考机器人自带的红外发射与红外接收传感器。

2．4．3 通过数字口(PA1 或 PA2)扩展红外接收传感器

红外接收扩展卡除了可以通过 ASBUSB 总线的模拟输入口 PE5、PE6 或 PE7 输入信号外，也可以通过 PA1 或 PA2 输入信号，从 PA1 输入信号的电路原理图如下：



下面是通过 PA1 输入口进行红外测障的程序。

（注：该程序可在配套光盘中找到，程序文件为“程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 infrared_test2.jc”。）

```
void main()
{
 int iIr;
 int iPort = 5;
 while(1)
 {
        iIr = ir_detect_pa(iPort);
        printf("ir = %d",iIr);
        wait(0.2);
 }
}
```

```
int ir_detect_pa(int port)
{
 int val1, val2, val3;
 /* port 值的允许范围是[1,2]   */
 if(port!=2 && port!=1)
        return 0;

      /*  检测接收到的背景红外信号  */
      val1 = digitalport(port);
 /*  打开左红外发射传感器, PD2 口  */
        bit_set(0x1008,0b0100);
      msleep(1L);
      /*  检测接收到的红外信号  */
      val2 = digitalport(port);
      /*  关闭左红外发射传感器  */
      bit_clear(0x1008,0b0100);

        /*  打开右红外发射传感器, PD3 口  */
 bit_set(0x1008,0b1000);
 msleep(1L);
 /*  检测接收到的红外信号  */
      val3 = digitalport(port);
      /*  关闭所有红外发射传感器  */
        bit_clear(0x1008,0b1100);

 return ((val1 & ~val2) << 1) | (val1 & ~val3);
}
```

2．5 你问我答

红外接收传感器与机器人自带的红外接收传感器有什么不同？	完全一样。
红外接收传感器有方向性吗？	红外接收传感器内部由红外接收二极管与放大电路组成，因此有方向性。
红外接收传感器探测不到障碍物怎么办？	如本机自带红外接收传感器工作正常，可检查外接红外接收传感器方向是否插反。
红外接收扩展卡能和其它扩展卡一起使用吗？	只要其它扩展卡的不通过模拟通道 PE5 读取数据，都可以与红外接收扩展卡配合一起使用。
红外接收扩展卡和其它扩展卡输入通道冲突了怎么办？	可改用将信号通过PA1 口或PA2 口输入到微处理器。
与红外接收扩展卡相对应的红外发射装置怎么安装？	将新的红外发射器与机器人自带的红外发射器并联，具体可参照机器人自带红外发射与接收装置的安装。
红外接收扩展卡会影响机器人自带红外探测器工作吗。	不会。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

三　红绿灯卡

3．1 用途

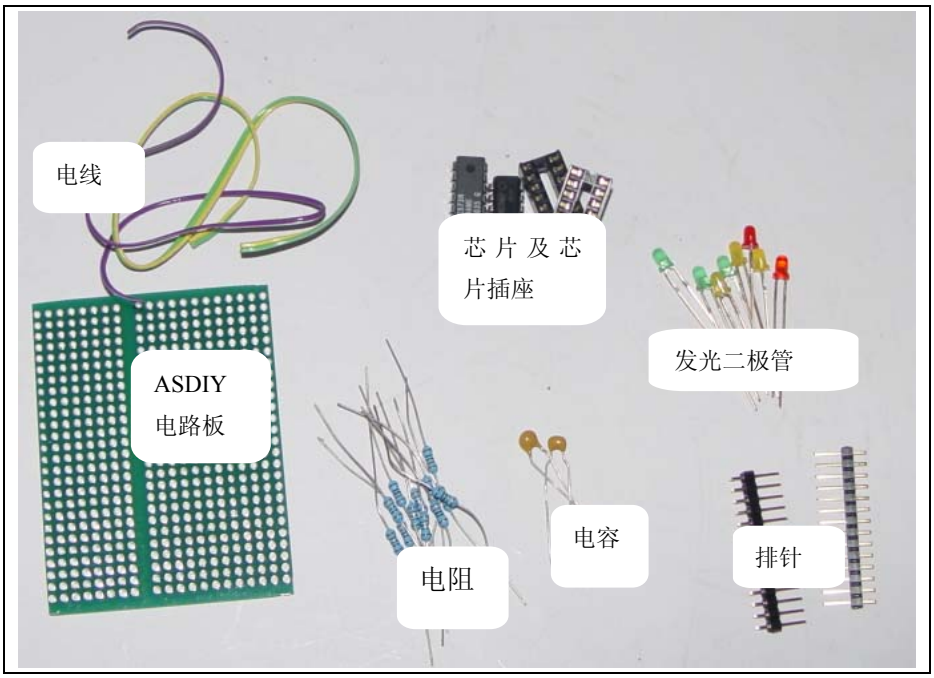
红绿灯卡以实验套件的形式提供，通过 12 只发光二极管（LED）来模拟十字路口红绿灯的工作；利用它可以制作红绿灯、机器人交警等。

通过红绿灯卡的制作，可以了解开发能力风暴机器人扩展卡的基本方法。

3．2 认识一下红绿灯卡

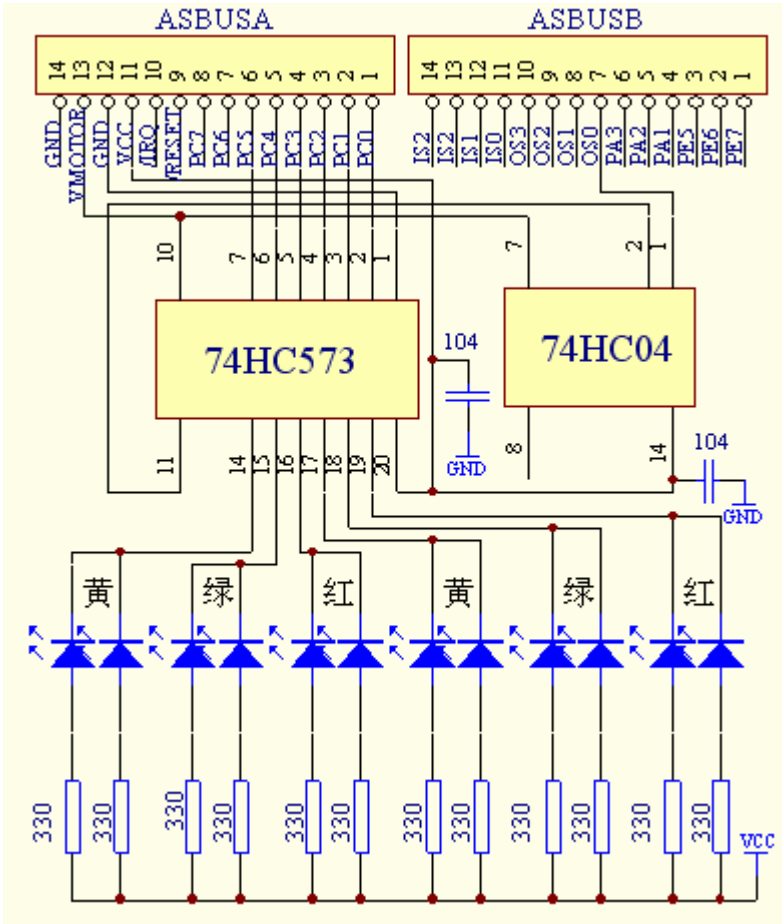
打开红绿灯卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
ASDIY 电路板	1
电容(104)	2
电阻(330Ω)	12
发光二极管	12 只（红、绿、黄各 4）
IC 芯片	2（74HC573、74HC04 各一）
IC 座	2（14 口、20 口各一）
电线	若干
排针	若干
产品合格证	1



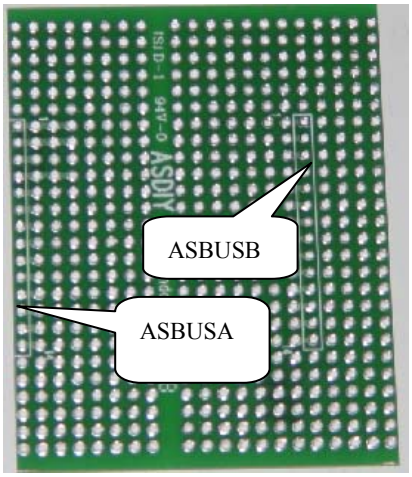
3．3 红绿灯卡的制作

3．3．1 电路原理图

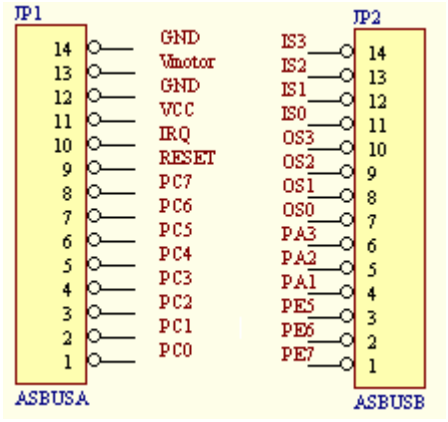


3．3．2 制作红绿灯卡

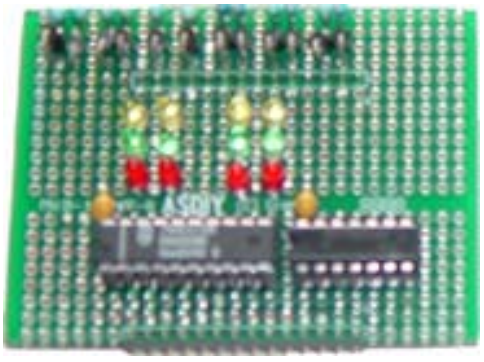
按下面步骤制作红绿灯卡：



确定 ASDIY 电路板地和电源以及 PE5、PE6。在 ASDIY 电路板有字的一面为正面，另一面为反面，电路板上 ASBUSA 和 ASBUSB 上有白框标记，靠边的为 ASBUSA，另一个为 ASBUSB.

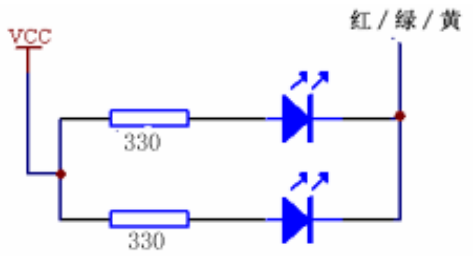


根据左图，在电路板上确定 VCC、GND、P0-P7 以及 OS0 的位置。



将元器件在电路板上摆好，按提供的电路图焊好，不要短路或虚焊。将两组 14 芯插针插在电路板反面 ASBUSA 和 ASBUSB 处插孔中，然后用电烙铁焊好。注意插针位置不要错位，插针的方向不要插反。由于排针较多，如焊错修改起来很麻烦，因此在焊前请仔细核对。

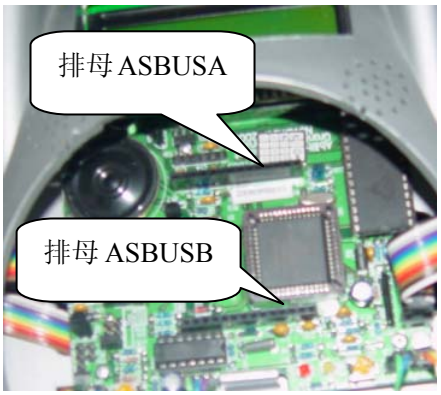
红、绿、黄每路都如左图



由于电路板上连接线较多，最后再仔细核对一遍。确认无误后，我们要开始对做好的红绿灯卡进行检测。

3．4 使用方法

3．4．1 红绿灯卡的安装



将焊好的电路板上的排针对准能力风暴机器人主板上的 ASBUS 总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不要插反。

3．4．2 红绿灯卡的调试

红绿灯卡电路板按上述方法正确安装之后， 将下面程序下载到机器人中。测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下led_test1.jc。

```
void main()
{
    while(1)
    {
        poke(0x4000,0b11101110);/*南北向红灯亮，东西向绿灯亮*/
        sleep(4.0);
        poke(0x4000,0b11011110);/*南北向红灯亮，东西向黄灯亮*/
        sleep(1.0);
        poke(0x4000,0b11110101); /*南北向绿灯亮，东西向红灯亮*/
        sleep(4.0);
        poke(0x4000,0b11110011);/*南北向黄灯亮，东西向红灯亮*/
        sleep(1.0);
    }
}
```

数据位中 0 表示点亮发光二极管，1 表示不点亮。

运行程序，观察信号灯变化，如红绿灯卡工作不正常，请检测一下电路连接是否正确，扩展卡是否插牢。

3．4．3 用流程图编写红绿灯卡应用程序

我们也可以用流程图编写测试程序，如下所述。该测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下led_test2.flw”。

利用“写扩展卡”模块编写测试程序。

由于“写扩展卡”模块没有提供二进制数据输出，因此首先要将将上面例程中的0b11101110 、 0b11011110 、0b11110101、0b11110011 转换为十进制数据（可以通过 Windows 提供的计算器软件来完成），转换结果分别为 238、222、245、243。

在流程图编程环境中编写左图所示流程图。

设置流程中相关模块参数，使之生成下图所示的代码。流程图模块设置方法参见 VJC1.5 开发版使用手册。

```
void main()
{
    while(1)
    {
        write( 0x4000, 238 );
        wait( 4.000000 );
        write( 0x4000, 222 );
        wait( 1.000000 );
        write( 0x4000, 245 );
        wait( 4.000000 );
        write( 0x4000, 243 );
        wait( 1.000000 );
    }
}
```

运行程序，观察信号灯的变化状况是否正确。

您也可以按自己的设想修改程序，实现更多的功能。

3．5 你问我答

控制卡灯 poke 函数为什么要用 0x4000 地址。	根据电路图，实验卡用 OS0 经 74HC04 方向后作为 74HC573 片选信号，OS0 对应地址为 0x4000。
74HC04 和 74HC573 在电路中起什么作用？	74HC04 为六反相器，利用其中一个反向器将 OS0 片选信号反向后输出作为 74HC573 片选信号，74HC573 为八 D 锁存器，将机器人微处理器通过总线传出数据的锁存。
发光二极管不亮，会是什么原因？	发光二极管有方向性，管脚长的一端为正。检查一下发光二极管极性是否接反。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

四　远红外火焰扩展套件

4．1 用途

远红外火焰扩展套件包括两个远红外火焰探头和一个远红外探测扩展卡，远红外火焰探头可以用来探测火源或其它一些波长在700nm~1000nm 范围内的热源。利用远红外火焰探头可以制作灭火机器人、足球机器人、火警机器人等。

4．2 认识一下远红外火焰探头

打开远红外火焰探头包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
远红外探头	2
远红外探测接口卡	1
塑料圆环	2
产品合格证	1

远红外火焰探头由一个硅光电二极管和一个塑料圆环组成。

磁场检测模块

塑料圆环用于固定硅光电二极管，同时起屏蔽作用，可防止外界光源干扰。

远红外探测接口卡

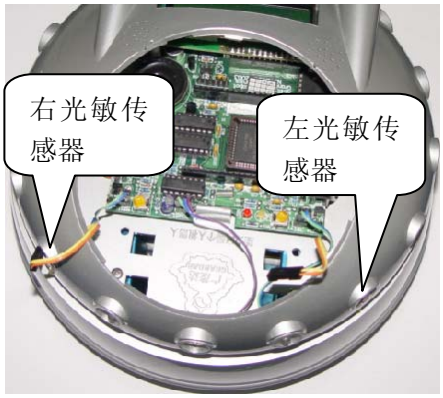
远红外火焰探测扩展卡可以通过 ASBUS 的 PE5、PE6 模拟输入口采集来自远红外火焰探头的信号。

4．3 使用方法

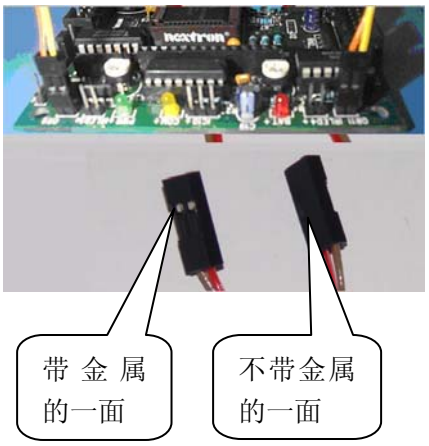
4．3．1 远红外火焰探头的安装

远红外火焰探头可直接通过机器人主板上光敏探测器的输入口探测光源。

将硅光电二极管从塑料环较大的一端塞入。注意探头不要放偏。可用少量 502 胶水固定。



将机器人左右两边光敏传感器的从主板上取下。



将远红外探头插在原光敏传感器插针上，位置如左图。注意方向不要插反，一般情况，插头上带金属的一面朝外。

将塑料环固定到机器人传感器安装孔中，也可以固定到其他位置。

4．3．2 远红外火焰探头的检测

由于远红外火焰探头占用机器人光敏传感器的输入口，这两个输入口分别为模拟口 0（右）或模拟口 1（左），因此我们可以直接调用 analogport(0)和 analogport(1)对远红外探头进行检测。

将下面所示的测试代码下载到能力风暴机器人中。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 farinfra_test1.jc。

```
void main()
{
 int iL,iR;
 while(1)
 {
        iL = analogport(0);
        iR = analogport(1);
        printf("L=%d,R=%d\n",iL,iR);
        wait(0.2);
 }
}
```

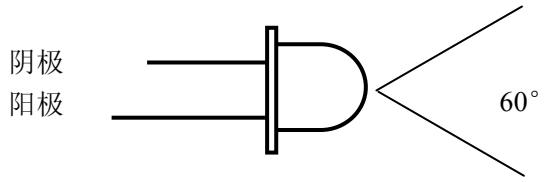
运行下载的程序，让机器人远红外探头面向热源（如点燃的蜡烛、点亮的灯泡），慢慢靠近热源，观察机器人显示屏上的读数变化。

远红外火焰探头将外界红外光的变化转化为电流的变化，通过 A/D 转换器反映为 0~255 范围内的数值。外界红外光越强，数值越小。因此越靠近热源，机器人显示读数越小。根据函数返回值的变化能判断红外光线的强弱,从而能大致判别出火源的远近。

如果机器人读数不变化，一直为 255，可能远红外探头插反了，将插针方向反过来即可。

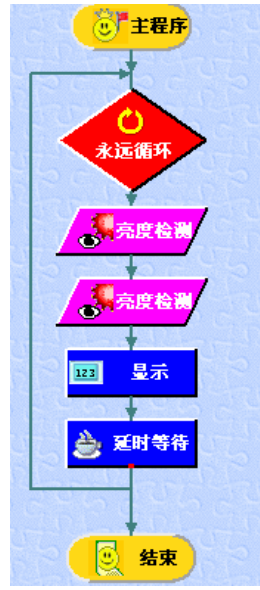
注意，由于远红外火焰探头工作温度为-25℃~85℃,存放温度为 30℃～100℃，超过以上温度范围，远红外火焰探头可能会出现工作失常甚至损坏，所以在使用过程中应注意火焰探头离热源的距离不能太近，以免造成损坏。

此外，远红外火焰探头探测角度为 60°（参见下图），测试时最好让热源处于探头的探测范围内。



4．3．3 用流程图编写远红外火焰传感器程序

由于远红外传感器探头占用机器人光敏传感器在主板上的输入口，因此用流程图编程时，我们可以直接调用“亮度检测”模块。下面给出的流程图测试程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 farinfra_test2.flw。



按左图编写流程图程序。

设置各模块的参数，使得生成的 JC 代码如下图所示。如果对 VJC1.5 模块设置参数不熟悉，可参考广茂达公司“VJC1.5 开发版使用手册”。

```
int photo_1=0;
int photo_2=0;
void main()
{
    while(1)
```

```
    {
        photo_1 =photo(1);
        photo_2 =photo(2);
        printf( "photo_1 =%d    photo_2 =%d\n",photo_1,photo_2 );
        wait( 0.200000 );
    }

}
```

运行程序，观察一下 LCD 液晶显示屏数据，检查一下是不是机器人越靠近热源，显示的读数越小？

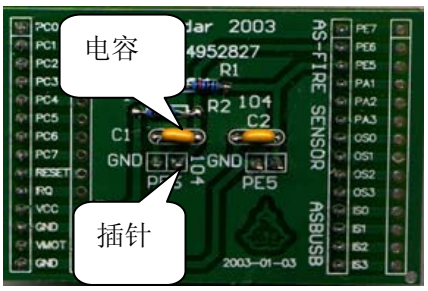
代码中 photo(1)与 analogport(0)等效，photo(2)与 analogport(1)等效。

4．3．4 远红外火焰探测接口卡

如果在比赛中或其它场合，机器人既需要进行远红外火焰探测，同时又需要使用光敏探测器，那么我们就不能用上述方法了。这时我们必须借助远红外火焰探测接口卡。

将远红外火焰接口卡安装在机器人主板上。接口卡上有两排排针，分别标记为 ASBUSA 和 ASBUSB，将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上。注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

将两个远红外火焰探头的插座分别插到接口卡 PE5、PE6 的插针上。注意远红外火焰探头是有极性的，探头插座带金属片的一侧朝向接口卡有电容的一边。



由于远红外传感器探头占用机器人 ASBUS 总线 PE5、PE6 端口，这两个输入口分别为模拟口 5 和模拟口 6，因此我们必须对上面的测试程序作适当修改。假设左探头连接在 PE5 上，右探头连接在 PE6 上，修改后的代码如下。

```
void main()
```

```
{
 int iL,iR;
 while(1)
 {
        iL = analogport(5);
        iR = analogport(6);
        printf("L=%d,R=%d\n",iL,iR);
        wait(0.2);
 }
}
```

下载运行上面的程序，让远红外火焰探头慢慢靠近火源，观察机器人显示屏上的读数变化。上面给出的流程图测试程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 farinfra_test3.jc。

如果远红外火焰探头通过接口卡接入主板，我们在 VJC1.5 开发版图形化编程环境中，可利用“AS 多功能扩展卡”模块库中的“模拟输入”模块进行流程图编程，你可自己试试看。

4．3．5 自己动手试一试

如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了远红外火焰探头的测试工作，标明远红外火焰探头或扩展卡工作正常。

下面程序代码演示了远红外火焰探头的一个简单应用，演示程序来源于 VJC1.5 仿真版例程“篝火晚会”，让机器人与一个点燃的蜡烛保持一定距离绕圈。 在此，需将机器人主板上左光敏探测器换为远红外火焰探头。

如果你使用的是远红外火焰扩展套件，需要对代码稍改变，将 analogport(0)改为 analogport(5)（远红外探头连接在 PE5 上）或 analogport(6)（远红外探头连接在 PE6 上）即可。

```
void main()
{
    int iLight=0;
    while(1)
    {
        iLight =analogport(0);

        if(iLight > 90)
        {
            drive( 0 , 80);
            wait( 0.150000 );
            stop();
         }
        else
        {
            drive( 80 ,0);
            wait( 0.050000 );
            stop();
         }
        printf( "Light = %d\n" ,iLight);
    }

}
```

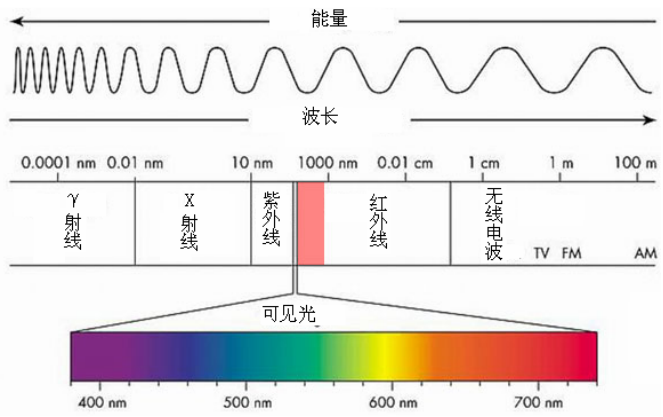
4．4 硅光电二极管简介

小知识

红外线

红外线由威廉－赫歇耳 Frederick William Herschel（1738-1822）发现的。威廉－赫歇耳是十八世纪最伟大的德国恒星天文学家。1800 年，他仿照牛顿分解太阳光的方法，然后用温度计去测量太阳光谱的各个部分，结果，他发现，温度计置于光谱红外端以外时，温度计仍在上升，于是他发现了红外线和太阳红外辐射。威廉－赫歇耳的一个非常重要的发现就是 1871 年发现太阳九大行星之一－－天王星，这个发现曾轰动了世界，威廉－赫歇耳因为其对科学卓越贡献，被当选为皇家学会会员，荣获科扑列勋章，并被聘为宫廷天文学家。

尽管人们很早就发现了红外线，但受到红外元器件的限制，红外技术发展很缓慢，直到 1940 年德国研制出硫化铅和几种红外透射材料后，红外技术得到快速发展。

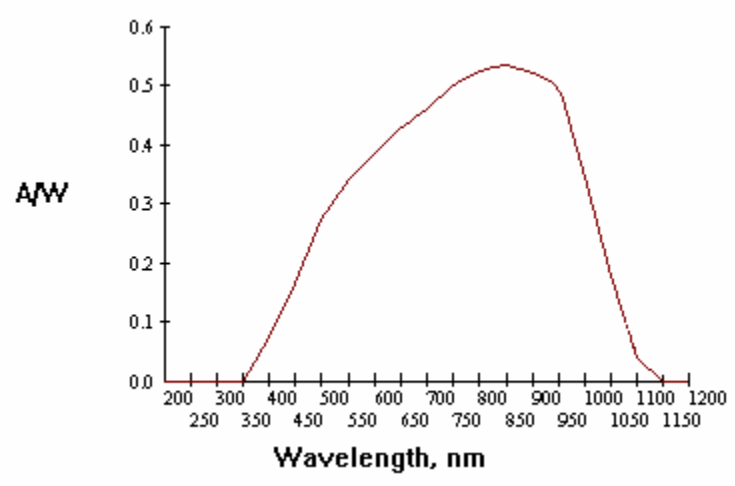


目前红外技术已经在各行各业起着重要的作用，如电视遥控器、红外夜视仪等，在我国抗击“非典”的战役中扮演重要角色的红外线测温仪也是利用了红外技术。

远红外火焰探头实际上是一个硅光电二极管，由高纯度单晶硅构成，

单晶硅纯度非常高，甚至比制造集成芯片的硅的纯度还要高。将单晶硅切成薄片，一面涂上硼作正极，一面涂上砷作负极，在光照条件下，硅光电二极管两极会产生一定电压，如硅光电二极管两极通过外界形成电气回路，那么硅光电二极管就成为一个电流发生器，其阻值会随着光照强度变化而变化。远红外火焰探头就是利用这种特性检测光的强弱的。

单晶硅对光照的反应会受很多因素影响，如硅晶体纯度、硅晶体表面光洁度、晶体中杂质多少与种类等，此外光的波长对其阻值影响也很大，下图显示了单晶硅对不同光波的反应，A/W 表示每瓦功率产生电流（amps/watt）。由图可发现波长在 300nm-1100nm 之间光对单晶硅效果明显，而当光波波长大于 1100nm 或小于 300nm 的则影响不大。



我们使用的远红外火焰探头探测到的波长范围在 700nm-1000 nm 之间，当波长在 880 nm 附近时，其灵敏度达到最大。

4．5 你问我答

使用远红外传感器探头后，机器人光敏探测器怎么用？	由于远红外传感器占用了光敏探测器输入通道，光敏探测器不能使用，除非使用其它输入端，如要同时使用光敏探测器，可以将远红外传感器通过 ASBUS 的 PE5、PE6 或 PE7 通道接入主板。
远红外传感器探头会受外界自然光的影响吗？	远红外传感器探头对波长在 700nm-1000nm 之间的远红外光较敏感，该波段的光波一般由温度较高物体发出。自然光对其有影响，但不明显。
远红外火焰接口卡会与其它扩展卡冲突吗？	远红外火焰接口卡占用 PE5、PE6 模拟输入口，所以如果其它扩展卡也用到这两个端口，那就会产生冲突。
多个远红外火焰探头能并联使用吗？	能，这样反应会更明显。
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

五　地面灰度检测卡

5．1 用途

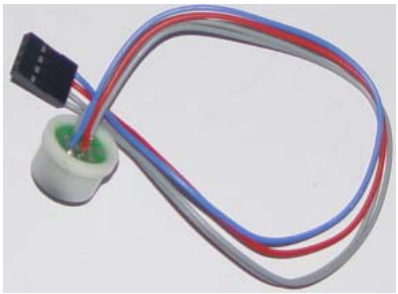
地面灰度检测卡可以检测地面反射光线的强度，使机器人能识别地面颜色的深浅。地面灰度检测卡在机器人比赛中得到广泛应用，如灭火比赛、足球比赛、排雷赛等等。

5．2 认识一下地面灰度检测卡

打开地面灰度检测卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

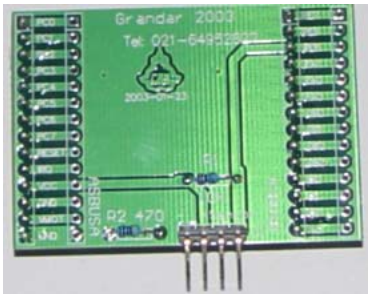
名称	数量
地面灰度传感器探头	1
地面灰度接口卡	1
机械固定支架	1
产品合格证	1

地面灰度检测卡由地面灰度传感器探头、地面灰度接口卡组成。



地面灰度传感器探头

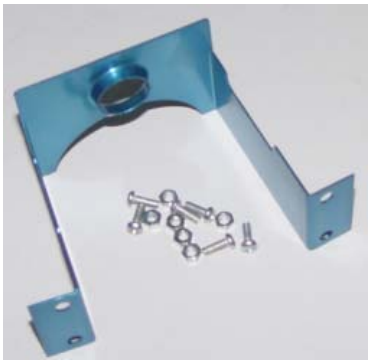
AS 地面灰度检测传感器探头有 4 根连接线，其中两根为光敏电阻的引出线，另两根为发光二极管的引出线。



地面灰度接口卡

地面灰度传感器探头与能力风暴机器人主板之间的接口卡。

机械固定支架



小知识

光敏器件

光敏传感器是半导体材料的内光电效应的应用。内光电效应分两类，其一是光电导效应：在光作用下，电子吸收光子能量，使半导体材料电导率显著改变。基于这种效应的光电器件有光敏电阻；其二是光生伏特效应：在光作用下，使半导体材料产生一定方向的电动势。基于这种效应的光电器件有光电池、光敏二极管和光敏三极管等。

光敏电阻是由一些半导体材料（如 CdS、ZnS、PbS 等）制成的电阻器件，它应用了半导体材料的内光电效应原理。当无光照射时，光敏电阻（暗电阻）值很大，电路中暗电流很小；当光敏电阻受到一定波长范围的光照射时，它的电阻（亮电阻）急剧减少，电路中光电流迅速增大。

光电池是一种能直接将光照度转换为电动势的半导体器件。按半导体材料的不同，有多种类型，如硅光电池、硒光电池、砷化镓光电池等，其中作为能量转换使用最广的是硅光电池.

光敏二极管的结构与一般二极管相似，其敏感元件是一个具有光敏特性的 PN 结。它封装在一个金属管壳内，管壳顶部装有透光玻璃，入射光透过玻璃直接照射在管芯的 PN 结上。电路中 PN 结一般处于反向工作状态。光敏二极管在没有光照射时，反向电阻大，反向电流（又称暗电流）很小，处于截止状态。当光照在 PN 结上，使 PN 结附近产生光生电子--空穴对时，使少数载流子（电子）的浓度增加，因此通过 PN 结的光电流也增加。通过外电路的光电流强度随入射光照度变化，光敏二极管将光信号转换为电信号输出。

光敏三极管具有两个 PN 结，相当于一个基极开路三极管，它在把光信号转换成电

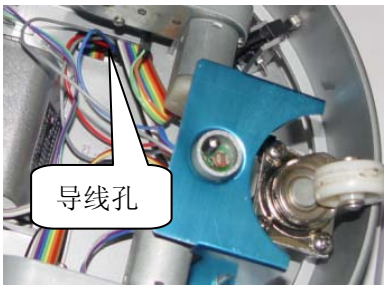
信号的同时，并将信号电流放大。当集电极加上正电压，基极开路时，基极--集电极处于反向偏置状态。当光照射在基--集结上，就会在该 PN 结上产生光电流，形成基极电流，与三极管相似，集电极电流是基极光电流的几十倍，因而光敏三极管可获得电流增益。由于光敏三极管基极电流是由光电流供给，因此，一般基极不需外接点。

AS 地面灰度检测卡利用光敏电阻的阻值会随着光照强弱的变化而变化的这一特性。AS 地面灰度检测传感器通过发光二极管照亮地面，地面的反射光线被光敏电阻接收，电阻值根据反射光线强弱而改变。地面灰度深，光敏电阻值大；地面灰度浅，光敏电阻值小。然后，阻值的变化转变成电信号，通过模拟口 PE5 输入到机器人主板上的微控制器，再由微控制器中的 A/D 转换器将电信号进行转换后供程序使用。

5．3 使用方法

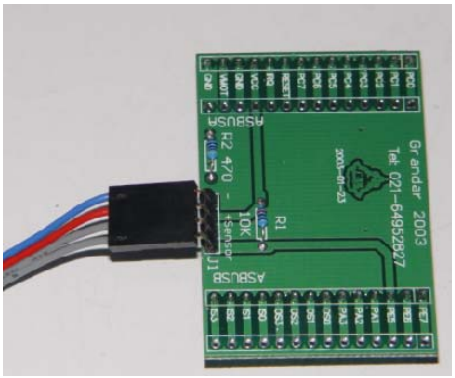
5．3．1 地面灰度检测卡的安装

将机械固定装置固定在机器人反面。位置参见左图。



将传感器探头安装在机械装置固定孔上。

将探头的接线端子通过主板上导线孔穿过去。



将接线端子插到接口卡上，注意方向不要插反。

将接口卡安装在机器人主板上。接口卡上有两排排针，分别为ASBUSA（距连接插座较近）和ASBUSB，跟机器人主板上的ASBUS 总线排母对应。注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

5．3．2 地面灰度检测卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序，检查一下地面灰度检测卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 gray_test1.jc。

将测试程序下载到机器人中。因为地面灰度检测口卡通过 PE5 模拟输入口将电压信号输入到系统中，所以程序直接调用了 analogpot(5)。

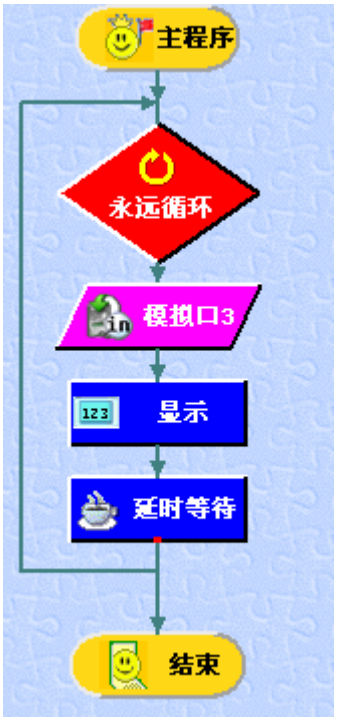
```
void main()
{
    int iGray = 0;
    while(1)
    {
        iGray = analogport(5);
        printf("Gray = %d\n",iGray);
        wait(0.2);
    }
}
```

运行程序，将机器人放在不同光线反射能力或不同颜色的物体表面上，观察数据变化，数值范围在 0~255 之间。返回值越大，表明灰度值越大（物体表面越暗）。

5．3．3 用流程图编写地面灰度检测卡测试程序

用流程图也可以编写上面的测试程序。下面给出的流程图程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的gray_test2.flw。

地面灰度检测卡将检测的地面灰度值通过光敏电阻转换为电压，通过模拟通道 PE5 输入到机器人微处理器中，因此可以通过“AS 多功能扩展卡”模块中的“模拟输入”模块进行编程。



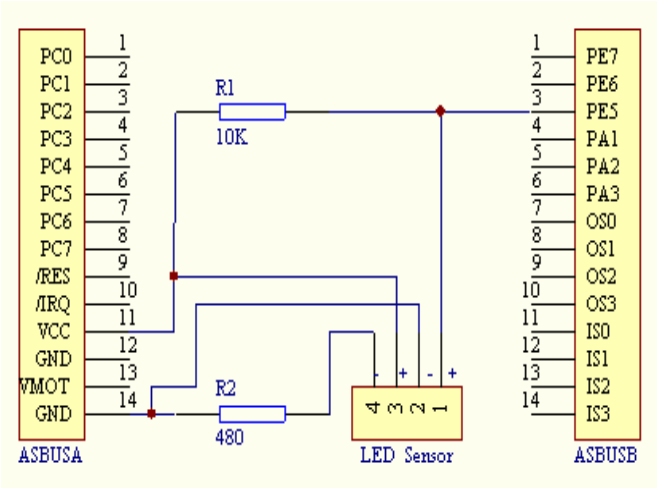
编写左图所示测试程序。

设置相关模块，使得生成如下图所示代码。关于模块设置内容参见VJC1.5 开发版使用手册。

```
int ma_1=0;
void main()
{
    while(1)
    {
        ma_1 =analogport(5);
        printf( "ma_1 =%d\n" ,ma_1);
        wait( 0.200000 );
    }

}
```

运行程序，将机器人放在不同光线反射能力或不同颜色的物体表面进行测试，观察数据变化。

5．4 地面灰度检测卡原理图



5．5 你问我答

地面灰度检测卡地址为多少？	地面灰度检测卡使用了主板 ASBUS 总线 PE5 模拟输入口，没使用 IS0-IS3 或 OS0-OS3，因此没占用 0x4000－0x7000 地址读或写地址。
地面灰度检测卡会与其它扩展卡冲突吗？	地面灰度检测卡与其它使用了 PE5 模拟输入口的扩展卡会产生冲突，如红外测距卡。
地面灰度检测卡与其它扩展卡冲突怎么办？	改变电路图，将地面灰度检测卡电压输入线从 PE5 改换到 PE6 或 PE7。
地面灰度检测卡两排插针 ASBUSA 与 ASBUSB 怎么区分？	地面灰度检测卡电路板上标明了 ASBUSA 和 ASBUSB 标志。
地面灰度检测卡为什么要安装在机器人底部？	可防止外部光源影响测量结果。

我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

六　I/O 扩展卡

6．1 用途

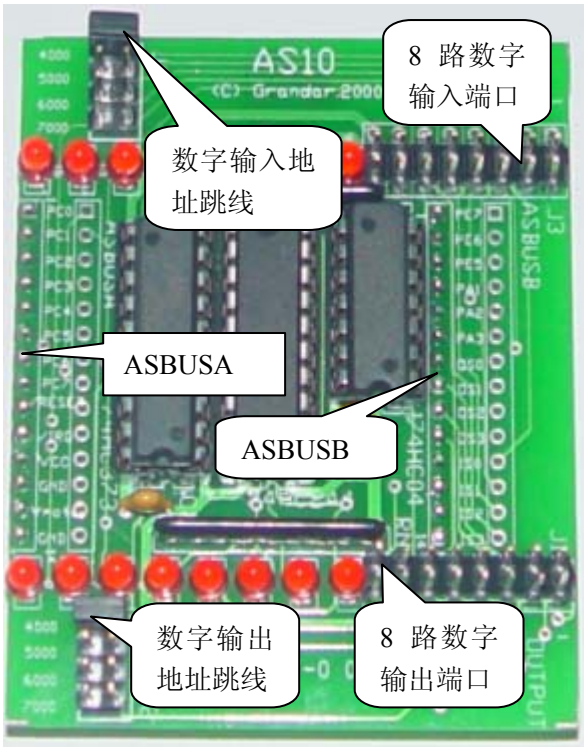
I/O 扩展卡是“能力风暴”个人机器人扩展卡之一，其主要功能是利用 ASBUS 总线接口对数字输入输出端口进行扩展。

6．2 认识一下 I/O 扩展卡

打开 I/O 扩展卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

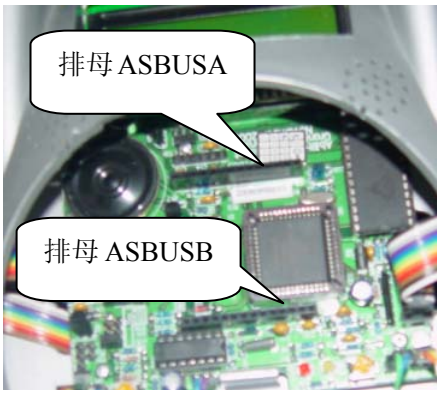
名称	数量
I/O 扩展卡	1
产品合格证	1

I/O 扩展卡充分利用了能力风暴主板上 ASBUS 总线功能强大的接口，扩展了 8 路数字输入信号接口和 8 路数字输出接口，大大地提高了能力风暴机器人的扩展能力。同时 I/O 扩展卡提供了地址选择跳线，通过地址跳线，能力风暴可以同时插接 4 个 I/O 扩展卡，当然也可以与其它扩展卡配合使用。扩展卡上发光二极管（LED 指示灯）显示数字输入输出端口状态，为调试提供了方便。

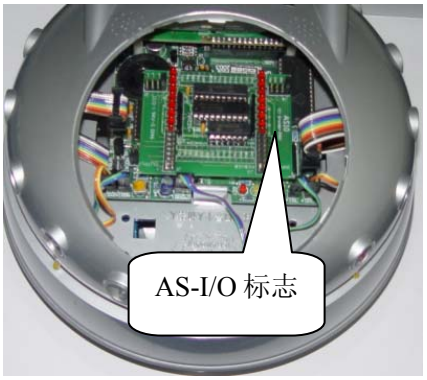


6．3 使用方法

6．3．1 I/O 扩展卡的安装



将 I/O 扩展卡上的 ASBUSA、ASBUSB 排针对准能力风暴机器人主板上的总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不能插反，否则会损坏扩展卡。

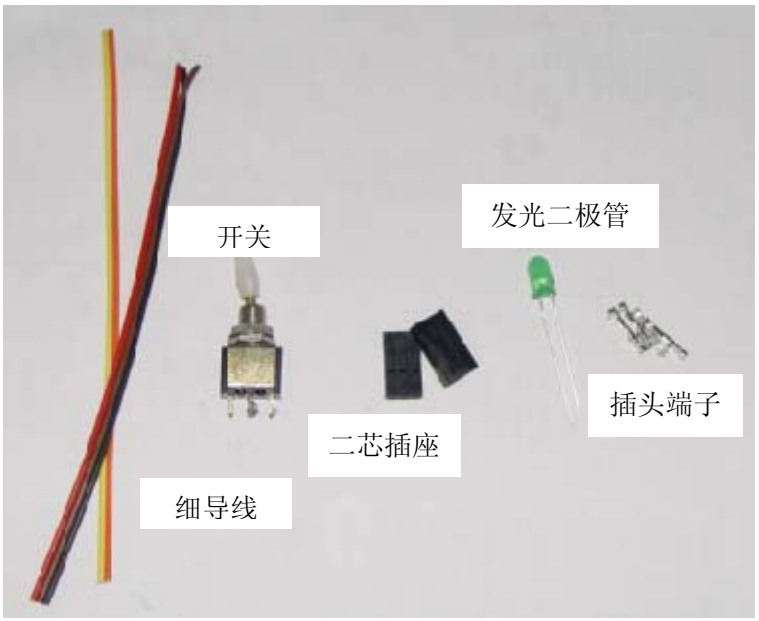


这是安装好 I/O 扩展卡后的的机器人图片。

6．3．2 准备 I/O 扩展卡测试部件

为了测试 I/O 扩展卡，我们需要简单的测试部件。可以自己制作测试部件，只需要准备下列部件即可。这些部件可在电子市场买到。

元器件名称	数量
发光二极管	1
开关	1
二芯插座	2
插头端子	4
细导线	若干



6．3．3 自己动手制作测试部件

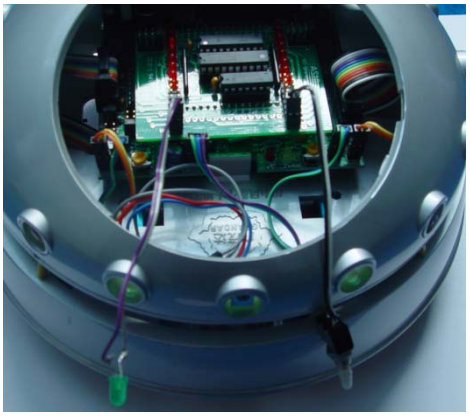
下面我们自己动手做测试部件

用美工刀截细导线 4 根，每根 15 厘米长。然后将导线两端的线芯剥出。

将剥好的导线的一端插入插头端子，用尖嘴钳将插头端子夹紧，注意导线的金属应与插头端子接触良好。将做好的导线的插头端子插入二芯插座，这样就做成了一个带二芯插孔的排线。共做 2 根这样的排线。

拿一根排线，将另外一端线头用电烙铁焊接在准备好的开关上。将开关上裸露的金属处用绝缘胶带包好。这样测试用开关就做好了。

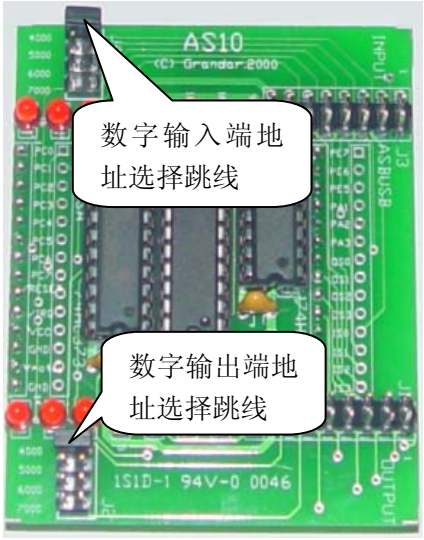
将另一根排线的线头用电烙铁焊接在一个发光二极管上。同样裸露的金属部分用绝缘胶带包好。这样测试用发光二极管就做好了。



将测试开关插到一个输入端口上，将测试发光二极管插到一个输出端口上。如左图所示。

下面我们将对 I/O 扩展卡进行测试。所有测试程序都可以在“配件使用手册\测试程序”目录下找到。

6．3．4 选择地址通道



在 I/O 扩展卡左上角和左下脚分别有一个 4 通道地址选择跳线，跳线旁标有 4000、5000、6000、7000，这就是 I/O 扩展卡的地址跳线，左上角为输入地址跳线，左下脚为输出地址跳线。

6．3．5 检测数字输出通道

将 I/O 扩展卡按上述方法正确安装，设置好地址(输入地址及输出地址都设置为 0x4000)。将改造好的发光二极管的插座插到 I/O 卡第一个数字输出口上。

将下面程序下载到机器人中。

```
int iAddr = 0x4000;
void main()
{
int index = 1;
while(1)
{
    poke(0x4000,index);
    index <<= 1;
    if(index > 0xff)
        index = 1;
    wait(0.5);
```

```
}
}
```

运行程序，观察 I/O 扩展卡上数字输出端口的 LED 指示灯，可发现 LED 指示灯依次点亮。当第一个 LED 指示灯亮时，我们连接到扩展卡上的 LED 指示灯也点亮，表明该端口输出信号正常工作。注意：由于发光二极管有极性，如果灯不闪烁，将发光二极管的插头反一下方向。

依次将测试发光二极管连接到其它端口上，用同样的方法分别测试其它输出通道，看其它端口是否正常工作。

测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 I/O_test1.jc。

6．3．6 检测输入通道

将测试开关插到 I/O 卡第一个数字输入端口上。将下面程序下载到机器人中。

```
void main()
{
    int iIn = 0;
    while(1)
    {
        iIn=read(0x4000);
        printf( "%b\n" ,iIn);
        wait( 0.200000 );
    }

}
```

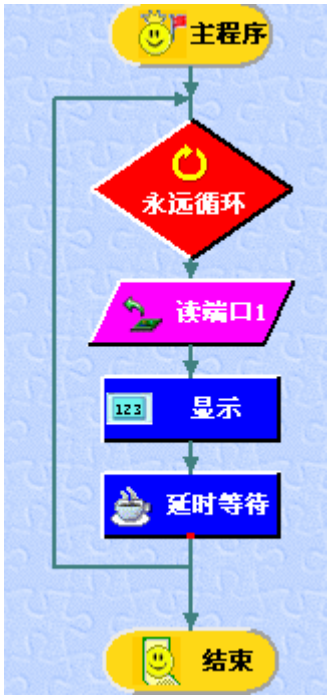
运行程序，机器人 LCD 显示屏上显示“11111111”，表明所有输入端口没接通。按下开关按钮，LCD 显示屏上显示“11111110”，表明输入端口的通道 1 接通，同时 I/O 扩展卡上通道 1 指示灯点亮，表明数字输入通道 1 正常工作。依次将测试开关连接到其它输入通道上，用同样的方法分别测试其它输入通道，看其它端口是否正常工作。

测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 I/O_test2.jc。

6．3．7 用流程图编写 I/O 扩展卡应用程序

尽管 I/O 扩展卡没有提供专门的图形化编程模块，但是我们依然可以在图形化编程环境中编写 I/O 扩展卡程序。下面我们在图形化编程环境中编写输入端口测试程序。该测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下 I/O_test3.flw”。

编写 I/O 流程图程序需用 AS 多功能扩展卡中“写扩展卡”和“读扩展卡”。编写输入端口测试程序使用“读扩展卡”。



在流程图编程环境中编写左图所示流程图。

```
int ex_1=0;
void main()
{
   while(1)
   {
      ex_1=read(0x4000);
      printf( "ex_1 =%d\n" ,ex_1);
      wait( 0.200000 );
   }

}
```

设置流程中相关模块参数，生成左图所示的代码。流程图模块设置方法参见 VJC1.5 开发版使用手册。

运行程序，机器人 LCD 显示屏上显示“ex_1 = 255”(255 用二进制可表示为“11111111”)，表明所有输入端口没接通，按下开关按钮，LCD 显示屏上显示“ex_1 = 254”(254 可表示为“11111110”)，表明输入端口的通道 1 接通，同时 I/O 扩展卡上通道 1 指示灯点亮，表明数字输入通道 1 正常工作。依次将开关连接到其它输入通道上，用同样的方法分别测试其它输入通道，看其它端口是否正常工作。

数字输出通道可通过“写扩展卡”进行图形化编程，这里不再详述。

上面我们在地址设置为 0x4000 的情况下对 I/O 扩展卡进行了测试，如输入端口地址或输出端口地址为其它通道，只需将测试程序中地址 0x4000 改为其它相应地址即可。

如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了 I/O 扩展卡的测试工作。

6．3．8 自己动手试一试

下面我们做一个项目综合演示一下 I/O 扩展卡的功能。我们让数字输出 LED 指示灯轮流点亮，完成“跑马灯”功能。同时利用数字输入端完成电子钢琴的功能，即数字输入端口的 8 个通道的接通状态分别对应 1、2、3、4、5、6、7、i 的音乐，哪个通道接通就发出哪个音调。这段代码也可以在附带光盘中找到。程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 I/O_test4.jc。

```
int iAddrOutput = 0x4000;
int iAddrInput = 0x4000;
void main()
{
        printf("Begin\n");
        beep();
        start_process(Output());
        start_process(Input());
}
void Output()
{
        int index = 1;
        poke(iAddrOutput,0);
        while(1)
        {
                poke(iAddrOutput,index);
                index = index <<1;
                if(index > 0xff)
                        index = 1;
                wait(0.5);
        }
}
void Input()
{
        int iIn = 0;
        while(1)
        {
                iIn = peek(iAddrInput);
```

```
        if((iIn&0x01) == 0)
        {
                tone(261.600006,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x02) == 0)
        {
                tone(293.600006,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x04) == 0)
        {
               tone(329.600006,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x08) == 0)
        {
                tone(349.200012,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x10) == 0)
        {
            tone(391.899994,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x20) == 0)
        {
            tone(440.000000,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x40) == 0)
        {
            tone(493.799988,0.250000);
        }
        else if((iIn&0x80) == 0)
        {
            tone(523.200012,0.250000);
        }
        else;
    wait(0.1);
    }
}
```

6．4 技术参数

工作电压	4.5～5V
工作电流	30mA，（负载加起来不能超过300mA）
数字输入口	8 个
数字输出口	8 个

6．5 你问我答

I/O 扩展卡地址怎么确定？

ASBUS 总线提供了 4 个输入控制线，即：IS0、IS1、IS2、IS3。4 个输出控制线，即 OS0、OS1、OS2、OS3。I/O 扩展卡通过跳线选择不同控制线，不同跳线对应不同地址，例如输入通道选择 IS0,则对应的输入地址为 0x4000;选择 IS1,则对应地址为 0x5000。同样对输出通道，如选择 OS0 则对应输出端口地址为 0x4000；选择 OS1 则输出端口地址为 0x5000。依次类推。

I/O 扩展卡输入地址与输出地址可以一样吗？

可以，输入地址对应着 IS0、IS1、IS2、IS3 控制线，输出地址对应 OS0、OS1、OS2、OS3 控制线，它们并不冲突。

I/O 扩展卡能和其它扩展卡一起使用吗？

只要其它扩展卡的读取数据的地址与这个地址不冲突，都可以与 I/O 扩展卡配合一起使用。只要地址不冲突，几个 I/O 扩展卡也可以一起使用。

I/O 扩展卡和其它扩展卡地址冲突了怎么办？

通过地址跳线,选择与其它扩展卡不同的地址。

I/O 扩展卡安装好后其它扩展卡怎么安装？	由于 AS 多功能扩展卡电路板上 ASBUS 总线旁提供有两排扩展排孔，其它扩展卡可直接叠加在上面。
I/O 扩展卡输出端负载能力有多大？	I/O 扩展卡输出端直接通过 74HC373 输出，工作电流 30mA，负载加起来不能超过 300mA。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

七　金属检测卡

7．1 用途

金属检测卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一。能检测周围环境中金属，在灭火比赛中可用于检测场地中家具（钢柱）的位置、在排雷比赛中定位地雷（金属片）等。

7．2 认识一下金属检测卡

打开金属检测卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
金属接近开关	1
ASDIY 电路板	1
47kΩ电阻	1
排针	3（14 针 2 排，3 针 1）
细导线	若干
机械固定支架	1
产品合格证	1

金属检测卡由金属接近开关、金属检测接口卡组成，金属检测接口卡由散件组成，以便用户根据自己需要进行改造。

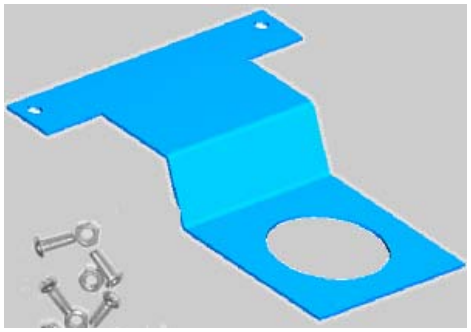
金属接近开关

检测周围环境中金属。金属接近开关通过颜色区分不同电缆功能。

棕色：电源

蓝色：地

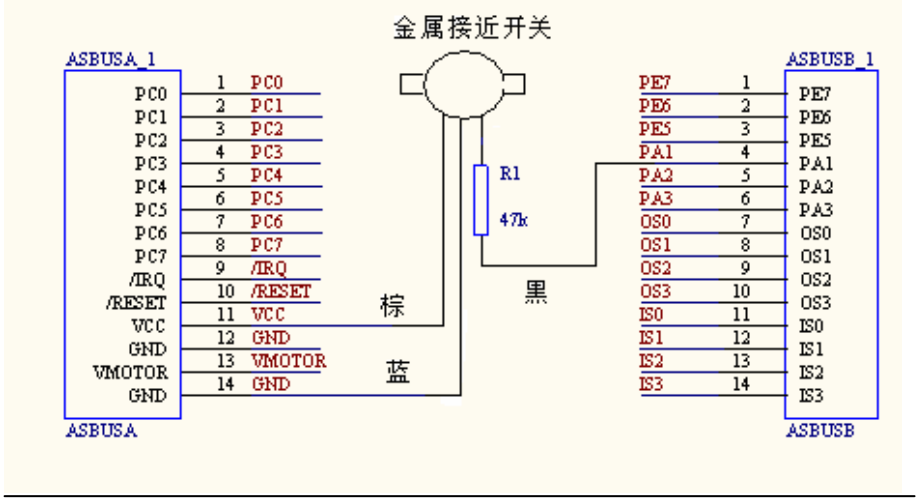
黑色：信号线



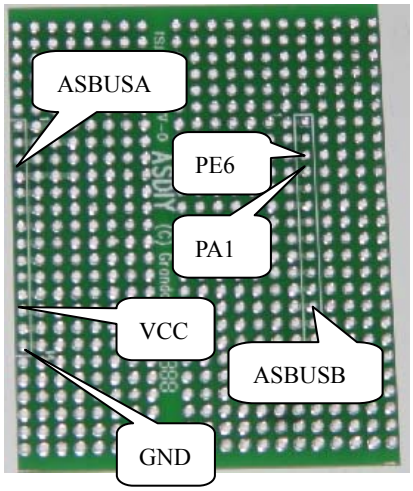
机械固定支架

7．3 自己动手制作金属检测接口卡

7．3．1 电路原理图



7．3．2 制作金属检测接口卡



确定 ASDIY 电路板地和电源以及 PA1、PE5。在 ASDIY 电路板有字的一面为正面，另一面为反面，电路板上 ASBUSA 和 ASBUSB 上有白框标记，靠边的为 ASBUSA，另一个为 ASBUSB。地和电源以及 PA1、PE5 在电路板上位置分别为

GND：ASBUSA(14)

VCC：ASBUSA(11)

PE5： ASBUSB(3)

PA1： ASBUSB(4)

将电阻和三芯插针在电路板上适当位置插好，然后按照原理图用电烙铁焊好。这样就完成了金属检测接口卡的制作。

7．4 使用方法

7．4．1 金属检测卡的安装

使用机械固定装置将金属接近开关安装在机器人底盘上，将金属检测接口卡正确安装在机器人主板上，具体安装方法可参照光敏扩展套件安装方法，这里不再详述。将金属接近开关插座插在接口卡三芯插针上，插好后根据原理图核对一下，以免接线有误。

7．4．2 金属检测卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序检查以下金属检测卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 metal_test1.jc。

```
    void main()
    {
     int iMetal = 0;
     while(1)
     {
          iMetal = digitalport(1);
          printf("iMetal = %d\n",iMetal);
          wait(0.2);
     }
}
```

将测试程序下载到机器人中。因为金属检测接口卡通过 PA1 将金属接近开关信号传送到主板，所以程序直接调用 digitalport(1)。

运行程序，机器人 LED 显示数据为“iMetal =0”，表明没有探测到金属。将一个金属材质的物体（如螺丝刀、铝片等）慢慢接近金属接近开关正面，观察机器人 LED 显示屏上数据的变化，通过试验可发现当物体距离接近开关距离小于 15mm 时，接近开关上指示灯点亮，机器人 LED 显示数据为“iMetal = 1”，表明金属接近开关检测到金属。

金属接近开关信号除了可通过 PA1 口输入到机器人微处理器，也可通过模拟口如 PE5、 PE6、PE7 进行检测。

将金属检测接口卡从机器人上取下，将信号输入端从 PA1 口改为 PE5，重新将接口卡安装好。下面程序演示了通过模拟口对金属接近开关信号进行检测。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 metal_test2.jc。

```
void main()
{
 int iMetal = 0;
 while(1)
 {
        iMetal = analogport(5);
        printf("iMetal = %d\n",iMetal);
        wait(0.2);
 }
}
```

将测试程序下载到机器人中。因为金属检测接口卡通过 PE5 将金属接近开关信号传送到主板，所以程序调用 analogport(5)，如通过其它模拟输入口对信号进行采集，程序应作相应改变。

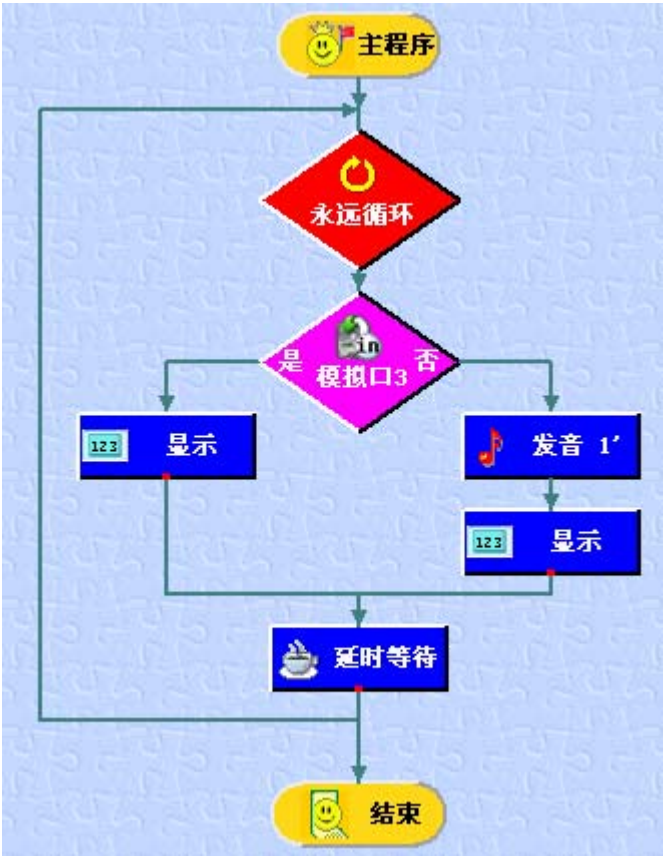
运行程序，机器人 LED 显示 iMetal 数据较小，一般小于 10，表明没有探测到金属。当金属材质的物体接近金属接近开关正面时，机器人 iMetal 值较大，一般大于 250，表明探测到了金属。

7．4．3 用流程图编写金属检测卡程序

如果金属检测接口卡使用 PA1 口，由于 VJC1.5 开发版没有提供相应的图形化编程模块，因此不能在可视化编程环境进行编程，如使用模拟输入口，则可利用“AS 多功能扩展卡”模块库中的“模拟输入”模块进行可视化编程。下面给出的流程图程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 metal_test3.flw。

可利用“AS 多功能扩展卡”模块库中的“模拟输入”模块进行可视化编程。

在流程图编程环境中编写下图所示测试程序（假定输入通道为 PE5）。



设置相关模块，使得生成如下所示代码。关于模块设置的方法参见VJC1.5 开发版使用手册。

```
int ma_1=0;
void main()
{
    while(1)
    {
        ma_1 =analogport(5);

        if(ma_1 < 100)
        {
            printf( "NO METAL!\n" );
        }
        else
        {
```

```
                tone(523.200012,0.250000);
                printf( "METAL !\n" );
            }
            wait( 0.300000 );
        }

    }
```

运行程序，检测环境中金属物质，当机器人发现金属时会发出报警声。

7．5 技术参数

工作电压	5-30Vcc
工作电流	200mA
探测距离	15mm

7．6 你问我答

金属检测卡会与其它扩展卡冲突吗？	如金属检测卡使用 PE5 作为输入端，会与其它使用了 PE5 模拟输入口的扩展卡产生冲突，如使用 PA1 口作为输入端，并同时使用了多功能卡 PA1 口，也会产生冲突。
金属检测卡与其它扩展卡冲突怎么办？	改变电路图，将信号通过其它没有冲突的端口输入。
为什么金属检测卡有时检测不到周围金属？	金属检测卡探测距离较小，此外金属检测卡上金属接近开关只能检测正面靠近的金属，不能检测背面（带安装孔的一面）或侧面的金属。
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

八　红外测距卡

8．1 用途

红外测距卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一。红外测距卡利用PSD 距离测量传感器能精确测量 10－80cm 范围内物体的距离。在机器人比赛中可对周围环境进行探测，确定对手所在方位等。

8．2 认识一下红外测距卡

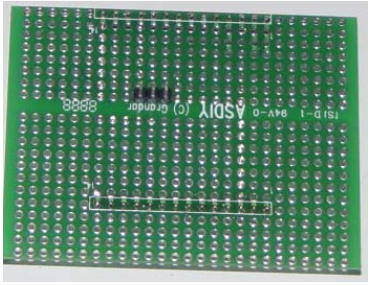
打开红外测距卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
PSD 距离传感器（SHARP GP2D12）	1
红外测距接口卡	1
机械固定支架	1
产品合格证	1

红外测距卡由 PSD 距离传感器、红外测距接口卡组成。

PSD 距离传感器

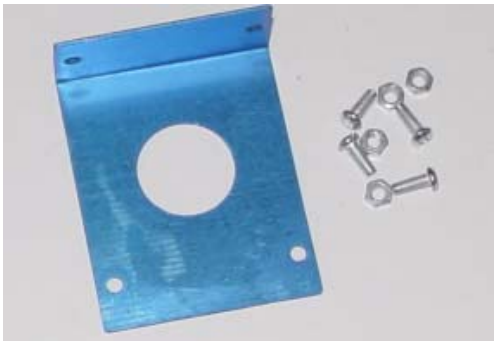
利用红外测距原理，将物体的距离转换成电压信号。三芯连接线含义分别为电源（红色）、地（黑色）、信号线（黄色）。



红外测距接口卡

一方面给 PSD 传感器提供电源，另一方面将 PSD 距离信号传送到 ASBUS 总线上。

机械固定支架

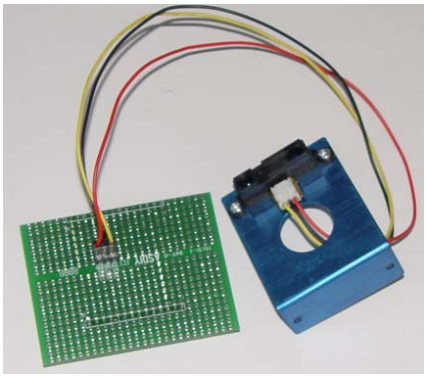


红外测距卡能连续地读出距离，将距离信号转换为电压，不需要多余的外围控制电路。物体颜色对测量精度影响较小。具有操作简单，价格便宜等优点。

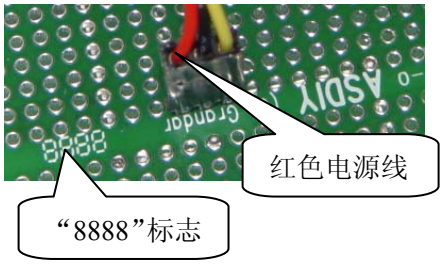
8．3 使用方法

8．3．1 红外测距卡的安装

将 PSD 传感器安装在固定支架上



将 PSD 传感器与接口卡连接起来。



将 PSD 传感器与接口卡连接时注意插头方向，不要插反。红色电源线靠近电路板上“8888”标记一侧。

接口卡上有两排排针，分别为 ASBUSA（距连接插座较近）和 ASBUSB，将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上，注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

在机器人底盘上找一个安装孔（或用电钻在底盘上打安装孔），将 PSD 传感器用机械装置固定在主板上。

装好后的红外扩展卡如左图所示。

8．3．2 红外测距卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序检查以下红外测距卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 psd_test1.jc。

```
void main()
{
int iIr = 0;
while(1)
{
    iIr = analogport(5);
    printf("iIr = %d\n",iIr);
    wait(0.2);
}
}
```

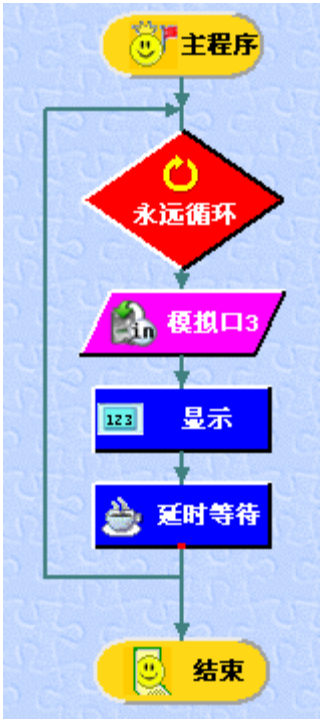
将测试程序下载到机器人中。因为红外测距接口卡通过 PE5 将 PSD 传感器信号传送到主板，所以程序直接调用 analogport(5)。

运行程序，将机器人从远到近靠近一障碍物，障碍物可以是墙面、书本、手掌等，观察机器人 LED 显示屏上数据的变化。此时，显示屏上数据并不是距离值，应编制程序对数据进行校正。

8．3．3 用流程图编写红外测距卡程序

VJC1.5 开发版中的“AS 多功能扩展卡”模块库中的“模拟输入”模块可用于编写红外测距卡流程图。下面给出的流程图程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 psd_test2.flw。

红外测距卡将检测的距离转换为电压通过 PE5 传送到机器人，因此可以通过“AS 多功能扩展卡”模块中的“模拟输入”模块进行编程。



在流程图编程环境中编写左图所示测试程序。

设置相关模块，使得生成如下所示代码。关于模块设置的方法参见VJC1.5 开发版使用手册。

```
int ma_1=0;
void main()
{
    while(1)
    {
        ma_1 =analogport(5);
        printf( "ma_1 =%d\n" ,ma_1);
        wait( 0.200000 );
    }

}
```

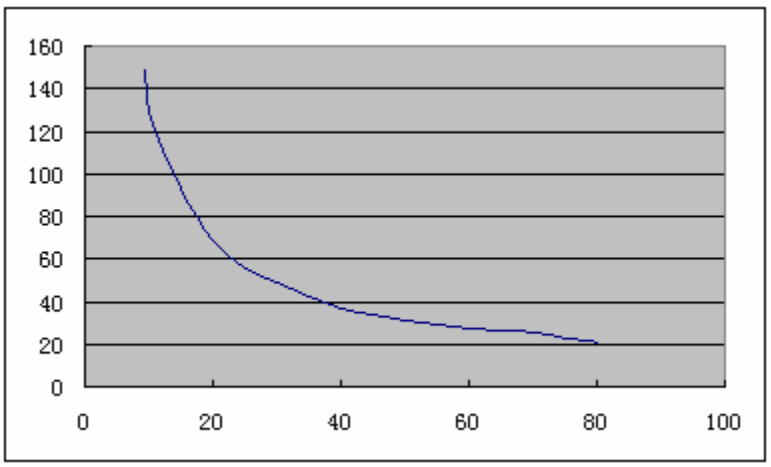
运行程序，将机器人从远到近靠近障碍物，观察机器人 LED 显示屏上数据的变化。

8．3．4 用红外测距卡测量距离

PSD 输出的是电压变化值，由于 PSD 所输出的电压与测量的距离是非线性关系，用函数可表示为

$$Y = \alpha + \beta x^{-1}$$

因此若要显示所测距离，必须根据实验数据求出 **α、β** 的值，这需要高等数学知识，在对测量距离精度要求不是很高的情况下(比如用于比赛)，我们可以用较为简单的分段线性方法对距离值进行校正。其方法如下：在 PSD 距离传感器有效距离(10cm-80cm)范围内得到机器人显示数据与距离的曲线关系



然后将曲线均匀分为 n 段，每段可近似认为是线性的，根据公式

$$\frac{y - y_{i-1}}{x - x_{i-1}} = \frac{y_i - y_{i-1}}{x_i - x_{i-1}}$$

公式中

Xi-1,Yi-1 分别为第 i-1 点的距离和机器人显示的读数，

Xi,Yi 分别为第 i 点的距离和机器人显示的读数

Y 为测量点的机器人读数，X 为实际测量距离

可得到机器人显示的读数 Y 所对应距离为

$$x = x_{i-1} + \frac{(y - y_{i-1})}{y_i - y_{i-1}}(x_i - x_{i-1})$$

按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了红外测距卡的测试工作。

8．3．3 自己动手试一试

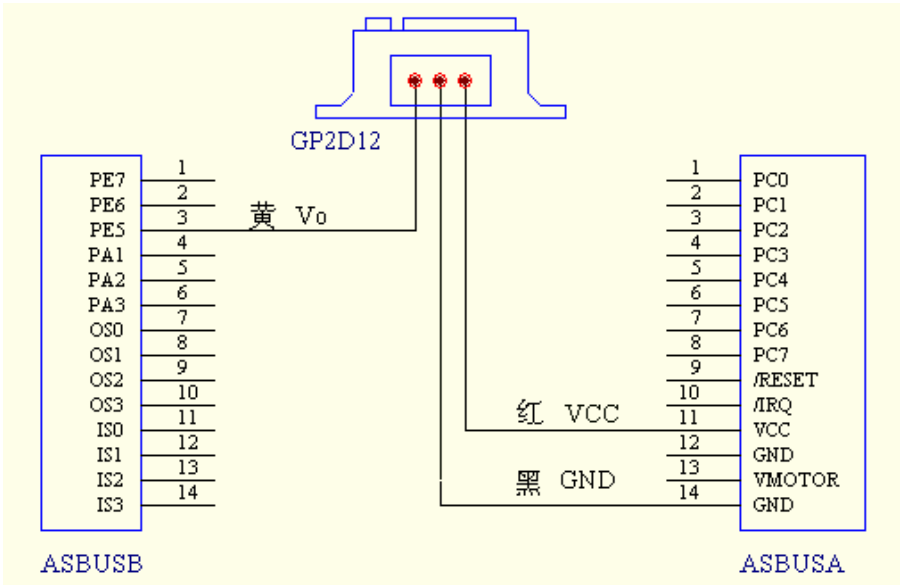
我们用下面的代码演示一下红外测距卡的功能。首先将红外测距卡安装在机器人上，然后将代码通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中，运行程序，机器人即可读出前面障碍物的距离。这段代码也可以在附带光盘中找到。程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 psd_test.jc。

程序中的距离与机器人读数之间的关系数据 iU-iDistance 之间的关系是根据实际的 PSD 传感器测量得到的，不同传感器数据可能会有所不同。

```
/*红外测距,-1 表示超过测量范围*/
int iData[15] = {129,93,69,56,49,42,37,34,31,29,27,26,25,23,21};
float fDistance[15] = {10.0,15.0,20.0,25.0,30.0,35.0,40.0,45.0,
                       50.0,55.0,60.0,65.0,70.0,75.0,80.0};
void main()
{
 int iIr = 0;
 float fDis = 0.0;
 while(1)
 {
        iIr = analogport(5);
        fDis = GetDistance(iIr);
        printf("iIr = %d,dis=%f\n",iIr,fDis);
        sleep(0.2);
 }
}
float GetDistance(int iIr)
{
 int i;
 float fRet;
 if(iIr >iData[0] || iIr < iData[14])
        fRet = -1.0;
 else
 {
        for(i = 0;i<15;i++)
        {
              if(iIr == iData[i])
```

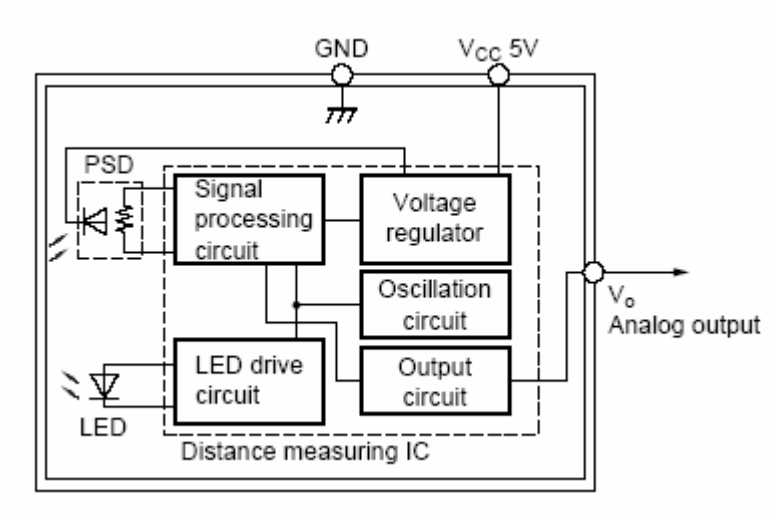
```
            {
                fRet = fDistance[i];
                break;
            }
            else if(iIr > iData[i])
            {
                fRet = ((float)(iIr-iData[i-1]))
                    *(fDistance[i]-fDistance[i-1])
                    /((float)(iData[i]-iData[i-1]))+fDistance[i-1];

                break;
            }
        }
    }
    return fRet;
}
```

8．4 红外测距卡原理图

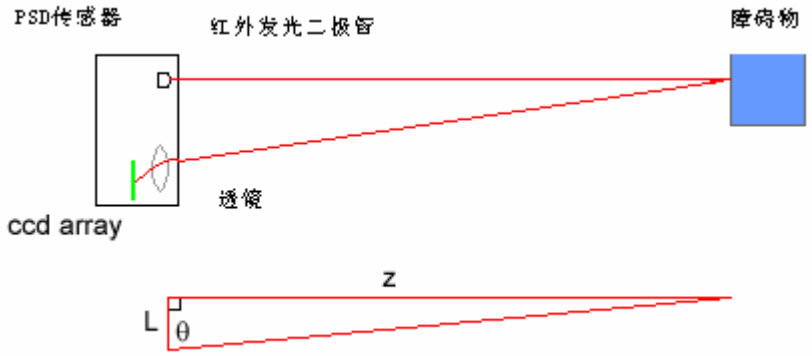


8．5 PSD 测距原理

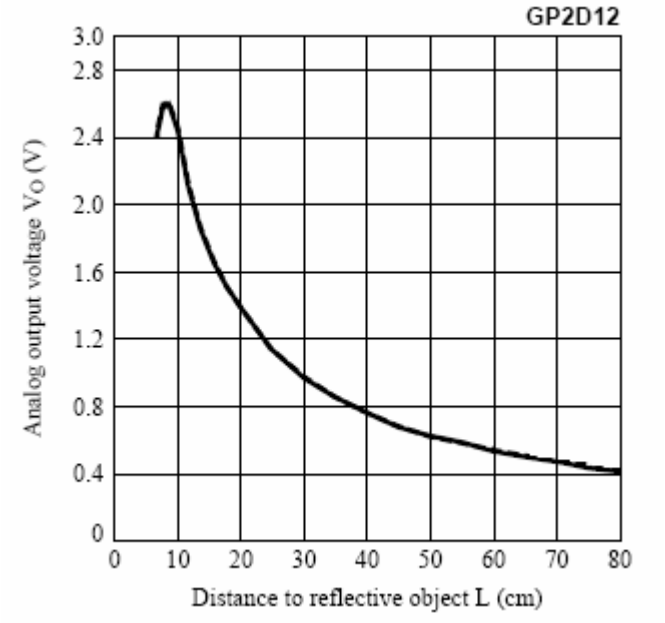
红外测距卡的 PSD 距离传感器采用 SHARP 公司 GP2D12PSD 传感器，其内部电路图如下：



PSD 距离传感器采用三角测量的原理来进行距离测量，如下图所示，红外发光二极管发射红外线光束，当红外光束遇到前方的障碍物时，一部分光束反射回来，反射到 PSD 传感器的一部分光束经过透镜聚焦到透镜后面的线性 CCD（电荷耦合器件）上，根据红外光线在 CCD 上聚焦的位置即可知道光线的反射角，从而可得到障碍物的距离。



根据反射光的角度测量距离最大优点是受环境光线的影响较小，但PSD 输出电压与测量距离是非线性关系，而且对同一距离，不同的 PSD 测量的结果也有所差异，因此每个 PSD 传感器在使用前应进行校准。下图为GP2D12 距离传感器输出电压与测量距离关系的曲线图。



下面给出对 PSD 进行校准的步骤：

根据数据曲线可摄像在有效距离(10cm-80cm)内，输出电压与距离关系近似可表示为：

$$Y = \alpha + \beta x^{-1}$$

公式中 **α、β** 都是未知参数，为确定方程待定系数，我们采用最小二乘法原理，使求得的系数值满足均方差最小的条件。

$$SS = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - A - B x_i^{-1} \right)^2$$

通过高等数学知识我们可以得到当

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} Y_i - \frac{1}{n} B \sum_{i=1}^{n} x_i^{-1}$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i x_i^{-1} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} Y_i \sum_{i=1}^{n} x_i^{-1}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^{-2} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i^{-1} \sum_{i=1}^{n} x_i^{-1}}$$

时均方差最小。

下面是我们实测的一组数据：

距离(cm)	机器人显示的读数
10.0	129
15.0	93
20.0	69
25.0	56
30.0	49
35.0	42
40.0	37
45.0	34
50.0	31
55.0	29
60.0	27
65.0	26
70.0	25
75.0	23
80.0	21

根据表中数据计算出 A、B 的值，从而可得到较精确的距离校正公式。

8．6 技术参数

工作电压	5Vcc
工作电流	Imax=50mA
测试距离	10cm ~ 80cm
输出电压	0.25V（L=80cm）~ 0.55V（L=10cm）

8．7 你问我答

红外测距卡地址为多少？	红外测距卡使用了主板 ASBUS 总线 PE5 模拟输入口，因此红外测距卡不会与其它占用 0x4000、0x5000 等地址的扩展卡冲突。
红外测距卡会与其它扩展卡冲突吗？	红外测距卡与其它使用了 PE5 模拟输入口的扩展卡会产生冲突。
红外测距卡与其它扩展卡冲突怎么办？	改变电路图，将红外测距卡电压输出线从 PE5 改换到 PE6 或 PE7。
红外测距卡两排插针 ASBUSA 与 ASBUSB 怎么区分？	由于红外测距卡采用广茂达通用扩展卡开发电路板，板上没有标明 ASBUSA 和 ASBUSB 标志，可以这样判别：距离板上插座近的排针为 ASBUSA,相对较远的排针为 ASBUSB。
为什么测量误差较大？	PSD 传感器没进行校准。请按上述的分段线性化方法进行校验。
红外测距卡测量范围多大？	10cm-80cm.
红外测距卡与机器人主板上红外传感器有什么不同？	红外传感器只能判断有没有障碍物，红外测距卡能测量与障碍物距离。 通过调节，红外传感器能检测 0-2m 范围内物体，红外测距卡测量范围为 10cm-80cm。
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

九　超声测距卡

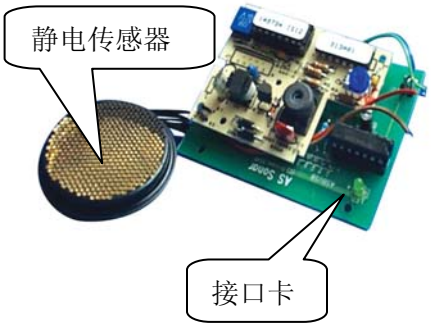
9．1 用途

超声测距卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一，可用于准确地探测到前方障碍物与机器人之间的距离。超声测距卡能发射超声波并检测被障碍物反射回来的声波，测量出两者的时间差，然后根据声音在空气中传播的速度，计算出障碍物与机器人之间的距离。

9．2 认识一下超声测距卡

打开超声测距卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
超声测距卡	1
机械固定支架	1
产品合格证	1



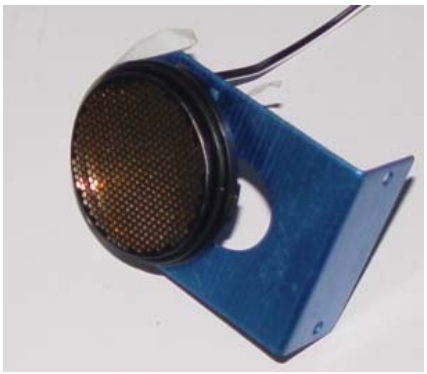
超声测距卡

超声测距卡由超声测距传感器、超声测距接口卡组成，这两部分由 4 个小螺栓连接。

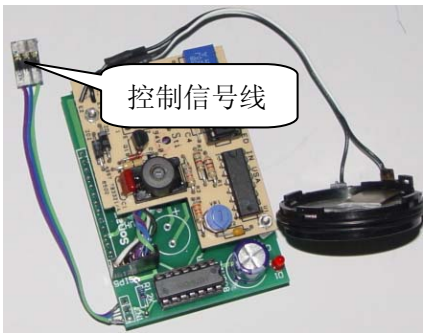
机械固定支架

9．3 使用方法

9．3．1 超声测距卡的安装

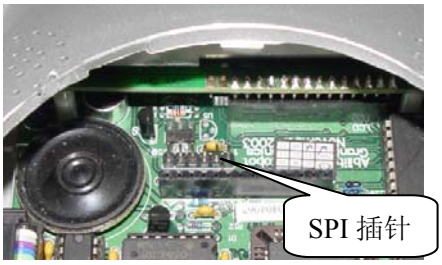


将超声传感器的静电传感器(圆形金属盘)安装在机械固定支架上。可以用双面胶固定或使用其它办法。注意圆盘金属部分不要与支架相接触。

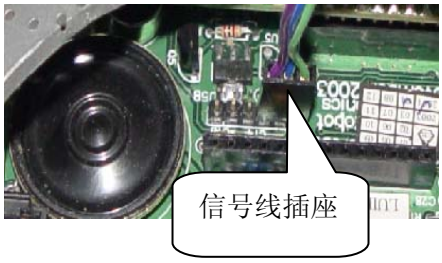


将超声传感器信号线插座插到机器人主板 SPI 插针上。

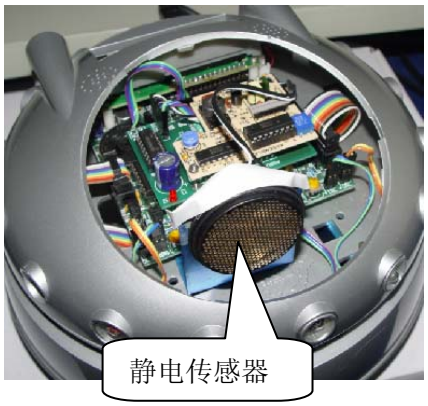
信号线是一根三芯的排线，中间的一根为控制信号线，两边的排线是多余的，只起增加强度的作用。



SPI 插针的位置。



这是信号线在 SPI 插针上的图片，信号线插到插针上时没有方向性。



接口卡上有两排排针，分别标记为 ASBUSA 和 ASBUSB。将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上，注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

在机器人底盘上找一个安装孔（或用电钻自己打安装孔），将机械固定支架安装在底盘上。

装好后的超声测距卡如左图所示。

9．3．2 超声测距卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序，检查一下超声测距卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 sonar_test1.jc。

```
int TCTL2 = 0x1021;
int PORTD = 0x1008;
int TFLG1 = 0x1023;
int TIC1    = 0x1010;
int TIC2    = 0x1012;

/* sonar test */
void main()
{
        init_sonar();
        while(1)
        {
                send_signal();
                printf("distance=%fcm\n", cmpt_range());
                sleep(0.5);
    }
}

void init_sonar()
{
        /*设置 TCTL2,开放输入捕捉*/
        bit_set(TCTL2,0b00010100);
        /*设置上升沿捕捉*/
        bit_clear(TCTL2,0b00101000);
}

void send_signal()
{
        /*输入捕捉 IC2F 清零*/
        poke(TFLG1,0b10);
```

```
    /* 利用 PD2 发送控制信号*/
    bit_set(PORTD,0b000100);
    sleep(0.030);
    bit_clear(PORTD,0b000100);
}
float cmpt_range()
{
    float fRet;
      /*没有信号返回*/
    if((peek(TFLG1)&0b10)==0)
        fRet = -1.0;
    else
    {
     /* >>用于防止溢出，0.0144526 为声音速度常数，你可以调整到最满意值*/
        fRet = ((float)((peekword(TIC2)-peekword(TIC1))>>1)*0.0144526);
    }
    return fRet;
}
```

将程序通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中，运行程序。超声传感器正常工作时，可以听到“咻咻”声，这是传感器发射超声波时发出的。如果传感器接收到回波信号，传感器接口卡上的发光二极管会闪烁。

将机器人从远到近靠近一障碍物，如墙面、书本、手掌等，观察机器人 LED 显示屏上的数据。注意：在超声发射时，静电传感器（小圆盘）的输出电压高达 400V，所以当超声测距卡工作时请不要用手接触静电传感器。

超声传感器能准确地探测到 0.36m~5m 范围内的物体。超声测量距离线性度较好，一般不需进行校正。如发现测量结果误差较大，可用简单的线性拟合的算法，根据实测数据进行校正，即能得到较好结果。

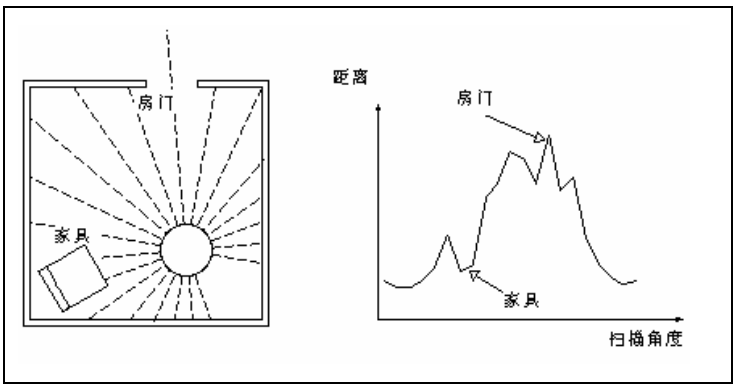
如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了超声测距卡的测试工作。

9．3．3 自己动手试一试

下面程序代码演示了超声测距卡在导盲机器人上的简单应用，这段代码只需将测试程序主函数进行简单修改。当发现前方 1.5 米范围内有障碍物时，机器人会发出声音提醒盲人注意。

```
void main()
{
 float fDistance = 0.0;
 init_sonar();
 while(1)
 {
        send_signal();
        fDistance = cmpt_range();
        if(fDistance < 150.0)
        {
              beep();
        }
        else
              printf("distance=%f\n cm",fDistance);
        sleep(0.5);
 }
}
```

你也可以通过将超声测距卡放在一个能转动的平台上，对周围环境进行扫描，从而快速找到房间的门或周围物体，如下图所示。

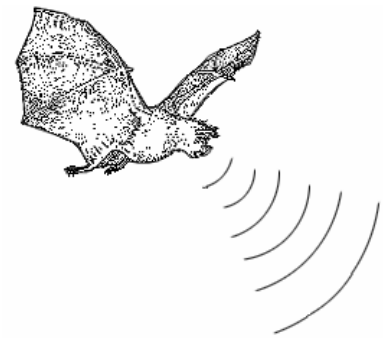


9．4 超声测距原理

小知识

蝙蝠与超声

1 8 世纪，意大利传教士兼生物学家斯帕兰．扎尼在研究蝙蝠夜间活动时，发现将蝙蝠眼睛蒙上，在伸手不见五指的黑夜里，它仍能穿梭飞行，可是把蝙蝠的双耳塞住，它就会到处瞎撞。原来，蝙蝠飞行时能发出高频率的尖叫，由它特大的耳廓接收回波，来判定出目标或障碍物及其距离。蝙蝠是靠高频率的尖叫来确定障碍物的位置的。蝙蝠尖叫声的声波频率在每秒 2 万到 1 0 万赫兹之间，我们的耳朵对这样频率范围内的声波是听不到的。这样的声波被称之为超声波。蝙蝠发出超声波，然后借助物体反射回来的回声，就能判断出所接近的物体的大小、形状和运动方式。



在自然界中除了蝙蝠还有很多其它动物能发出超声波，如海洋中的海豚也具备很强的超声定位本领。

人们正是从自然界生物中获得了灵感，开始了仿生学研究并取得卓著成果。第二次世界大战时，军舰已使用回声探测术来侦察水下的潜艇。 5 0 年代，科学家们将超声波探测技术应用到医学上。70 年代以来，以 B 型超声成像为代表的医学超声诊断技术已经取得了很快的发展。超声诊断由于安全、简单、经济、信息量丰富而受到医学界的特别赏识。

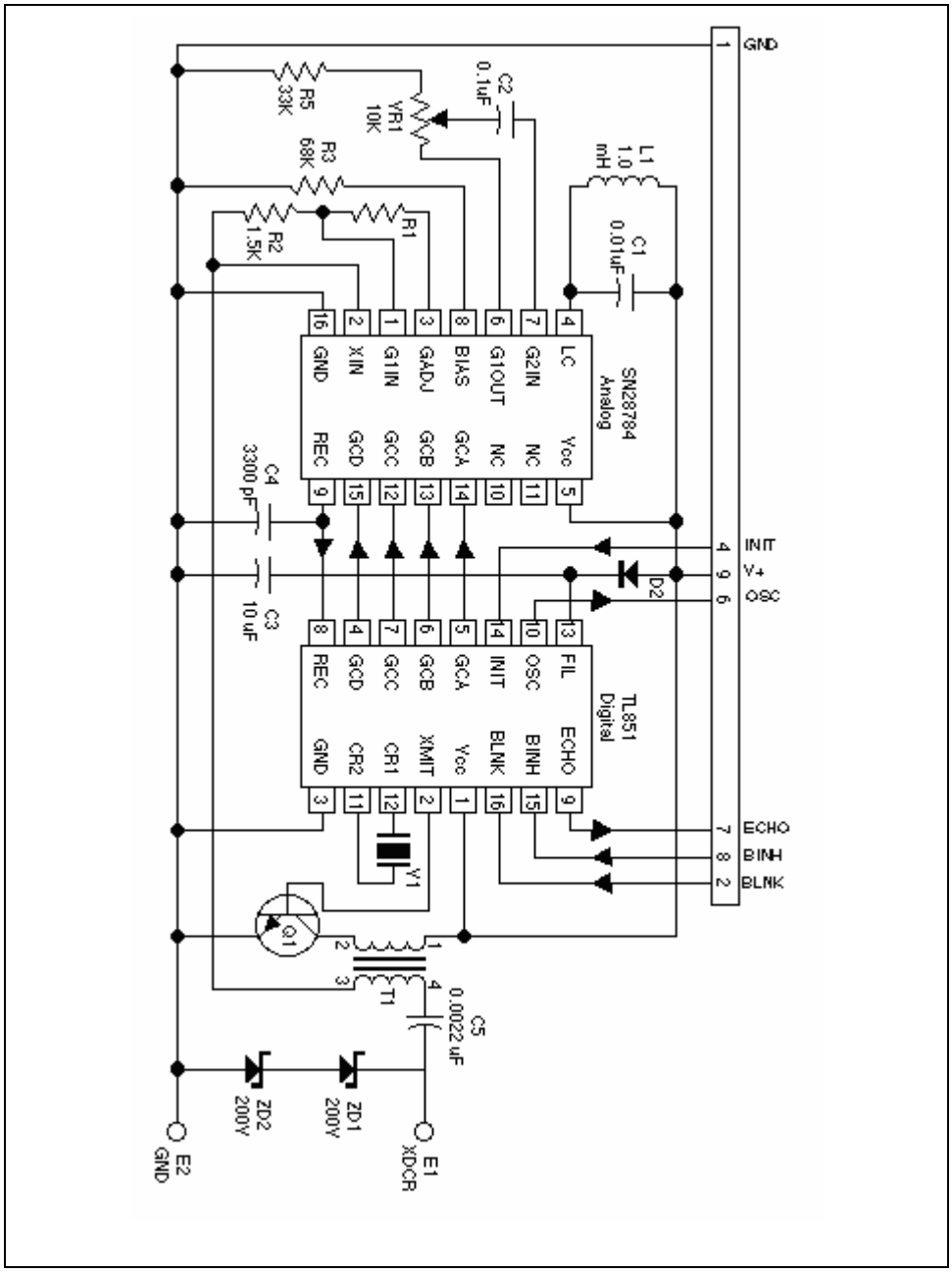
正如蝙蝠通过嘴发出超声，用耳朵捕捉回波一样，超声传感器也需要具备发出超声和接收回波的“器官”。在超声传感器中，静电传感器起着蝙蝠嘴和耳的作用，是超声传感器的重要部件，它既能将能量(电压)转换成高强度超声脉冲，又能接收超声波，将超声波转换为电压。

静电超声传感器工作原理与电容式麦克风相似：只在一边镀有一层金属的薄介电薄膜形成传感器的活动元件，用来发射和/或接收超声信号。中心开槽的固定底板主要用来集中声束以冲击薄膜。薄膜紧紧裹住固定底板，很像一面鼓的鼓面，而底板上则加有直流偏置。发射时，镀金属薄膜会由

于加高压交流超声信号而振动；接收时传感器探测回波信号，并将信号转换成小幅度交流，经过适当放大后再由接收电路接收及处理。静电元件在宽频率范围内具有相对比较平坦的频率响应，且由于它们不会谐振，因此具有极低的振铃特性。这种元件具有比对应压电元件更高的灵敏度——通常高 40 dB 或更高。 静电传感器更高的灵敏度可转换成比压电传感器更长距离的探测能力（或短距离应用时的更低增益接收电路），以及更为可靠的探测小型及吸声目标的能力。带适当驱动和接收电路的单个静电传感器，可覆盖短至 1 英寸、长至 60 英尺的探测距离，使其成为储罐液位测量应用的理想选择。这种传感器的性能在宽工作温度范围（典型为-40～125℃）内都很稳定，故可使用无须对器件温度偏移进行补偿的驱动及接收电路，因此可将电路与传感器一起封装于传感器盒中。

但静电传感器也有一些缺点，例如：紧贴静电传感器的工作元件（镀金属薄膜）比压电传感器的易碎，不太结实，以及盒体封装材料仅局限于各类钢材等。

超声传感器原理图如下。



超声传感器接口卡通过 PD2 发送高平脉冲到超声传感器 INIT 输入段，通过超声传感器控制电路使得 XDCR(E1)产生 16 个峰－峰电压值为+200V－-200V 的高频脉冲，脉冲频率为 50K 赫兹，通过圆形静电传感器产生 50K 赫兹声波，人耳朵能听到的声波频率在 20－20K 赫兹之间，因此静电传

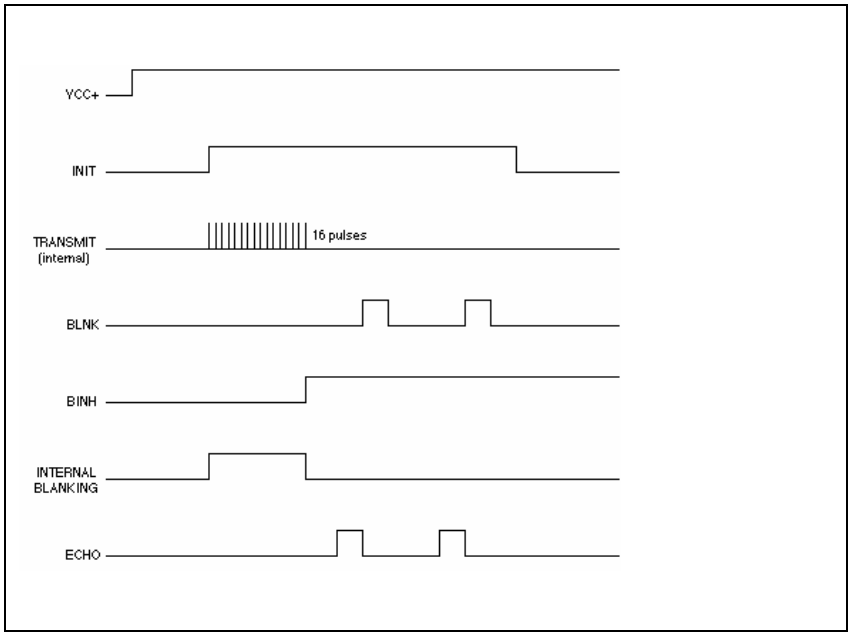
感器产生的声波是听不到的(有时可听到咻咻的声音)。

静电传感器发出的声波在空气中以声速（约 343.2m/s）传播，当声波碰到障碍物时，在障碍物表面发生漫发射，回波同样以声速在空气中传播，到达静电传感器。静电传感器对 50K 赫兹声波最敏感，接收到的声波会使得静电传感器产生微弱电信号，经放大后作为回波信号 ECHO 传送到接口卡，接口卡将控制信号与回波信号通过 ASBUS 总线的 PA1、PA2 口输入到主板 CPU，通过计算发送控制信号与回波信号之间的时间，即可得到障碍物距离。

$$d = \frac{T_2 - T_1}{2} \times V_{声}$$
其中： d：　检测距离， T_2：接收到返回信号的时间， T_1：发射信号的时间， $V_{声}$：声音速度

由于声波在空气中衰减很厉害（与距离 d 的平方成反比），同时声音在障碍物表面发射时会受很多因素（如障碍物形状、方向、质地等）的影响，因此超声测距的距离是有限的，同时由于静电传感器很灵敏，容易受周围干扰，为了消除噪音对测量的影响，超声传感器采用屏蔽的措施，在发送控制信号后一定时间内(缺省值为 2.38ms)关闭静电传感器，因此测量距离也不能太小，精确测量范围为 0.36m ~ 5m。

下面给出各控制信号之间时序图。



9．5 技术参数

工作电压	4.5～6.8V
测量距离	0.36m～5m
绝对精度	绝对精度为±1%。
静电传感器工作电压	300Vac(peak-peak)150Vdc bias

9．6 你问我答

发送声波信号时系统复位是怎么回事？

发送声波导致瞬时电流脉冲所致。在电源端并一个大容量电容可消除其影响。

无论障碍物多远，回波马上返回，这是怎么回事？

噪声导致。可在 V+ and GND 之间并 1.0uF 陶瓷电容，或将电路中 BINH 接地。

超声测距占用 PD2 口，那么机器人主板上的红外测障能正常工作

最好不要在两个线程中同时使用，否则相互之间会有干扰。

吗

测量有误差怎么办？	可用线性法校正。
超声测距卡测量范围多大？	0.36m～5m.
超声测距与红外测距的区别是什么？	超声测距卡测量范围可达 5m,可对周围环境进行扫描，但不能精确测量近距离。红外测距卡可对近距离进行精确测量。因此超声测距卡可与红外测距卡配合使用。 另外超声测距卡价格较贵。
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十　可录放声卡

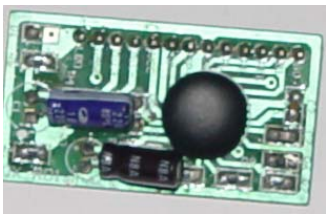
10．1 用途

可录放声卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一。可录放声卡使用的语音录放模块能随意进行语音录入后，录好的语音信息能在电源断开的情况下长期保存和播放。使用可录放声卡能制作迎宾机器人、鹦鹉学舌等机器人项目。

10．2 认识一下可录放声卡

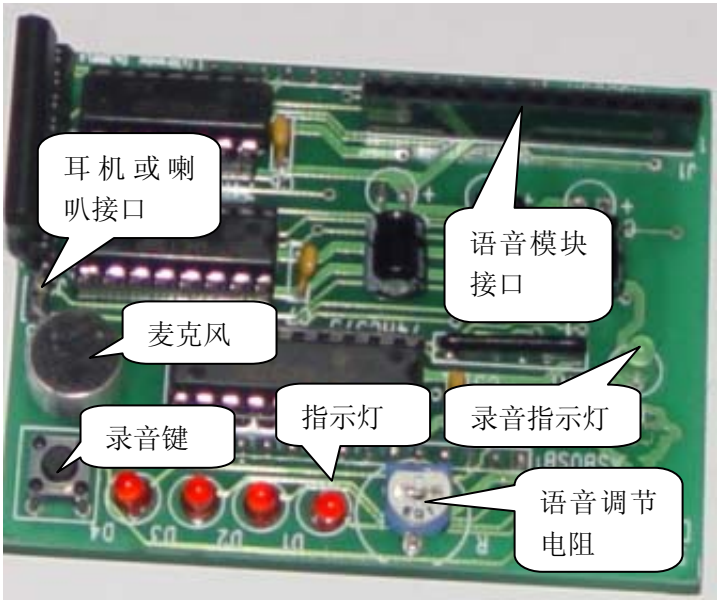
打开可录放声卡包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
语音录放模块	1
语音接口卡	1
喇叭	1
产品合格证	1



语音录放模块

语音录放模块用于语音录入、存储、播放等。



语音接口卡

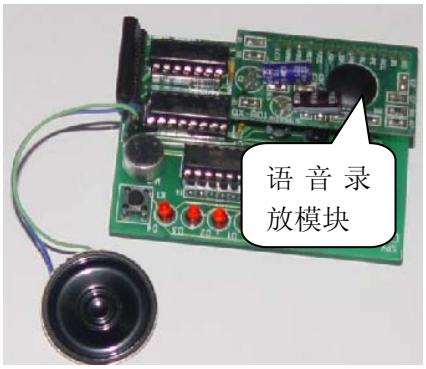
语音接口卡主要完成语音录放控制及语音调节等。

喇叭

播放声音。

10．3 使用方法

10．3．1 可录放声卡的安装



将喇叭、语音录放模块插到接口卡上，喇叭插针无方向性。

将语音接口卡安装到机器人主板上。将喇叭固定在机器人或其它扩展机械结构上。

语音接口卡上有两排排针，分别标记为 ASBUSA（靠近语音录放模块接口一边）和 ASBUSB（考近指示灯一边），将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上，注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

装好后的可录放声卡如图所示。

10．3．2 可录放声卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序检查一下可录放声卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 sound_test1.jc。这段程序控制声卡对第一段语音进行录放。

```
void main()
{
    int index = 0;
    while(1)
    {
        Sound(index);
        wait(0.5);
    }
    return;
}
void Sound(int index)
{
    printf("Sound No%d...\n",index);
    write(0x5000,0b100+index);
    return;
```

}

将程序通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中，运行程序。如果声卡中已经录入语音信息，运行程序后声卡直接循环播放第一段录音，同时指示灯 D1（红色）点亮。按下录音键，录音指示灯点亮（绿色），声卡开始录音，如果以前存储有语音，以前语音信息将被覆盖。录音完毕后松开录音键，录音指示灯点灭，语音录放卡开始循环播放刚才录入的语音。

注意，在录制语音时，如果连续录制时间超过 2.5 秒，声卡自动将其分段存储，播放时可能会有语音不连续的现象，建议将语音分段录制，分段播放。声卡的存储器录满后，录音将自动结束。

将测试代码中语音段 index 分别设置为 1、2、3，测试一下声卡 2－4 段语音录放功能，看是否能正常录放。

注意，声卡模块有四个地址段，每个地址段的长度是总长度的 1/4，可录入 4 段录音。在录放操作前先要设定地址，必须特别强调的是，所设定的只是该段地址的起始地址，该段录音的实际长度由按住录音键的持续时间来确定。

10．3．3 利用运行键进行录放与语音段选择

下面这段程序运用能力风暴机器人 AS-MII 的运行键完成录音、播放选择和语音段切换功能。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 sound_test2.jc。

这是测试程序主程序，用户首先选择是录制还是播放语音，如在程序运行后 3 秒内按下机器人运行键，则开始录音，否则播放语音。

```
void main()
{
 int irun= 0;
 float fTime    = seconds();
 float fCurrentTime = fTime;
 beep();
 wait(1.0);
 while(fCurrentTime - fTime <3.0)
 {
        printf("SELECT...\n");
        wait(0.2);
        fCurrentTime = seconds();
        irun = runbutton();
        if(irun == 1)
        break;
 }
 if(irun == 1)
        RecordSound();
 else
        PlaySound();

 beep();
 printf("END\n");
 }
```

下面给出的是录音的代码，在录音过程中，程序会提示用户当前在录哪段音，用户可用运行键切换。

```
void Record(int index)
{
        int ibase = 0b100;
        int irun = 0;
        printf("REC NO%d\n",index);
        wait(0.5);
        while(irun == 0)
        {
                irun = runbutton();
```

```
            wait(0.1);
        }

        while(irun == 1)
        {
            irun = runbutton();
        }
        while(irun == 0)
        {
            irun = runbutton();
            write(0x5000,0b100+index);
            printf("REC NO%d...\n",index);
            wait(0.1);
        }
    }
    void RecordSound()
    {
        Record(0);
        Record(1);
        Record(2);
        Record(3);
        printf("REC FINISHED\n");
    }
```

下面给出的是语音播放的代码，为简单起见，语音按顺序从第一段播放到第四段，每段之间停顿 2 秒。你可试试用运行键进行语音段切换。

```
    void Play(int index)
    {
        int irun = 0;
        while(irun == 1)
        {
            irun = runbutton();
        }
        while(irun == 0)
        {
            irun = runbutton();
            write(0x5000,0b100+index);
```

```
            printf("PLAY NO%d...\n",index);
            wait(0.1);
        }
    }
    void PlaySound()
    {
        Play(0);
        wait(1.0);
        Play(1);
        wait(1.0);
        Play(2);
        wait(1.0);
        Play(3);
        wait(1.0);
    }
```

10．4 自己动手试一试

如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了可录放声卡的测试工作，表明可录放声卡工作正常。

下面我们做一个小小的语音机器人。

语音机器人

据 BBC 报道，在日本东京的 Narita 国际机场，刚到达的旅客将可以租一个命名为 Papero 的小机器人，它可以非常“善解人意”地把很多欧洲语言翻译成地道的日文。

这种同声译技术是日本 NEC 研制成功的。Papero 机器人可以一听到一种语言即刻（1 秒钟内）翻译成口语话的另一种语言。它拥有 50,000 字库日文和 25,000 字库的英文，用户只要跟它说英文它就能在一秒钟内讲出几乎完美的日文， 这种 e-Airport 电子化机场服务将使日本的这个主要机场成为世界上最高科技的机场。

我国在机器人领域与技术超前的国家还有一定距离，但也在高新技术的应用方面进行了尝试，并取得了成功。如哈尔滨工业大学机器人研究所与英国 E s s e x 大学的机器人研究人员合作，成功开发出博物馆的导游机器人。

当前机器人研究方兴未艾，“旧时王谢堂前燕,飞入寻常百姓家”，相信随着科学技术发展，在不远的将来，机器人一定会进入普通人的生活。

按上面方法在可录放声卡中按顺序录好“左前”，“右前后”，“左后”，“右后”4 段音，将下面程序代码下载到能力风暴机器人 AS-MII 中，碰一下机器人四个碰撞开关，机器人将用语音告诉你碰的是哪个开关。如果将可录放声卡和超声测距卡结合起来，就可作一个带语音提示功能的导盲机器人，将周围环境用语音告诉盲人。

```
void main()
{
 int ibump;
 while(1)
 {
        ibump = bumper();
        if(ibump == 1)/*左前*/
        {
              PlaySound(0);
        }
        else if(ibump == 2)/*右前*/
        {
              PlaySound(1);
        }
```

```
        else if(ibump == 4)/*左后*/
        {
              PlaySound(2);
        }
        else if(ibump == 8)/*右后*/
        {
              PlaySound(3);
        }
        else;
        wait(0.2);

 }
}
void PlaySound(int index)
{
 write(0x5000,0b100+index);
 printf("PLAY NO%d...\n",index);
}
```

10．5 技术参数

工作电压	5V
工作电流	50mA
静态工作电流	0.5μA

10．6 你问我答

可录放声卡地址为多少	声卡地址选择线为 OS1，因此地址为 0x5000（写）。
可录放声卡声音可调节吗	通过接口卡上语音调节电阻可进行一定范围调节。
可录放声卡是怎么听到声音的	接口卡上的麦克风
可录放声卡无法录放。	检查语音录放模块是否插好，接口卡是否安装是否到位，方向是否正确。
按下录音键指示灯不亮	接口卡没安装到位。
可录放声卡能和其它扩展卡一起使用吗	能，只要地址不冲突
安装可录放声卡后，其它扩展卡怎么安装	将声卡安装在其它卡上面，或者将声卡与其它卡通过排线进行连接（不建议使用）。

我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十一　数字指南针

11．1 用途

数字指南针扩展卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一。可用于检测机器人的方位。

11．2 认识一下数字指南针

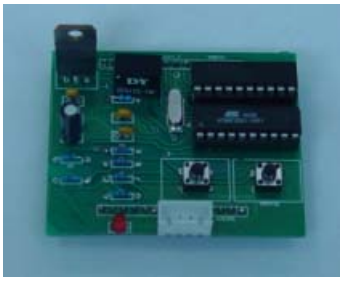
打开数字指南针包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
磁场检测模块	1
数字指南针接口卡	1
4 芯串口通讯排线	1
产品合格证	1

数字指南针由磁场检测模块、数字指南针接口卡和 4 芯串口通讯排线三部分组成。

磁场检测模块

磁场检测模块通过检测地球磁场的变化得到当前所在的方位，然后将检测的方位数据通过通讯线发送到数字指南针接口卡。



数字指南针接口卡

数字指南针接口卡接收磁场检测模块发送的方位数据，然后将方位数据发送到 ASBUS 数据总线，能力风暴机器人从 ASBUS 总线读取方位数据。

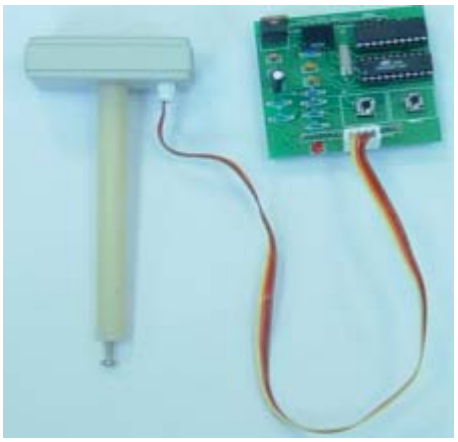
4 芯串口通讯排线

磁场检测模块通过 4 芯串口通讯排线将方位数据发送到数字指南针接口卡

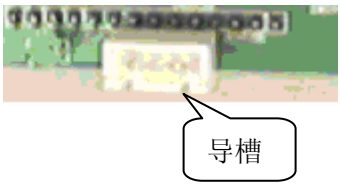
11．3 使用方法

11．3．1 数字指南针的安装

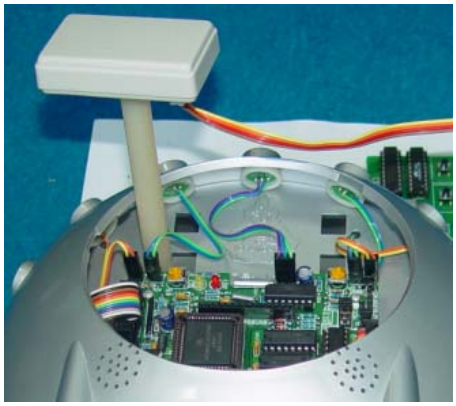
将数字指南针安装到机器人上，可以按下面步骤进行：



用 4 芯串口通讯排线将磁场检测模块与数字指南针接口卡连接起来。

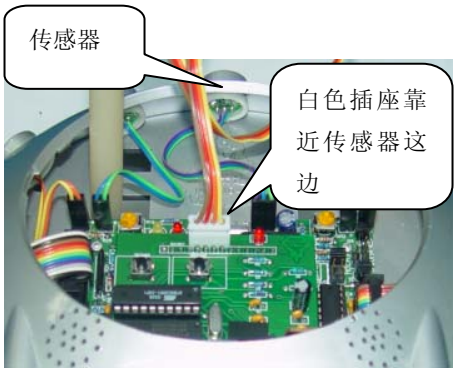


将通讯线插头接到磁场检测模块或接口卡的插座上。插头应顺着插座的导槽插到位，注意方向不要插反。



打开能力风暴机器人透明塑料顶盖，用螺钉和垫圈将磁场检测模块的塑料棒固定到机器人上。

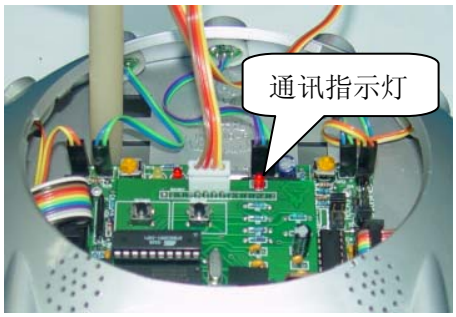
为保证磁场测量的精度，磁场检测模块一定要安装牢固。



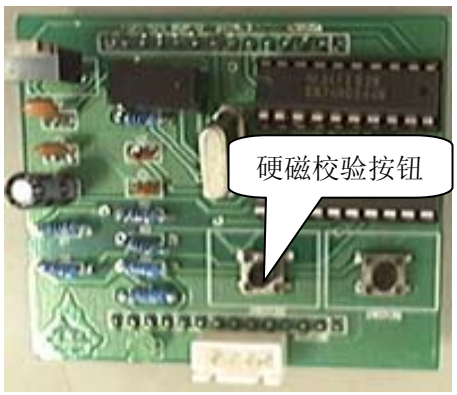
接口卡上有两排排针，分别为 ASBUSA 和 ASBUSB，将排针插到机器人主板上的 ASBUSA 和 ASUBSB 总线排母上。注意不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

11．3．2 数字指南针的调试

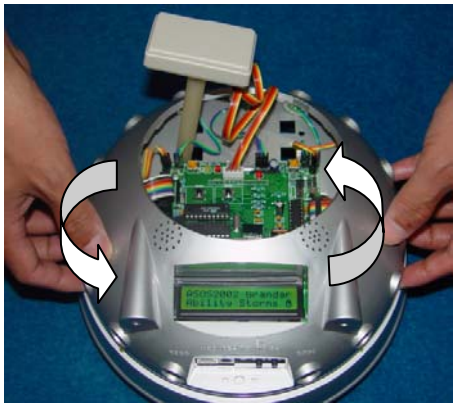
接下来就可以调试数字指南针，用于检测机器人的方位了。调试方法如下所述：



打开机器人电源开关，接口卡上电，此时可观察到通讯指示灯开始快速闪烁。



按一下硬磁校验按钮 SWITCH2，此时通讯指示灯点亮，不再闪烁。



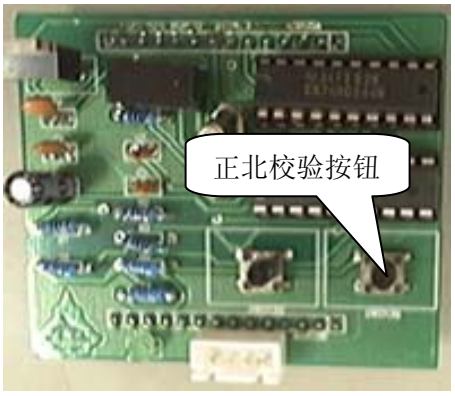
将机器人沿顺时针方向就地旋转大于 360 度以上，然后再按一下硬磁校验按钮。此时通讯指示灯又恢复到快速闪烁状态。旋转机器人时沿逆时针也可。

```
void main()
{
  while(1)
  {
    printf("Orient
=%d\n",2*peek(0x4000));
    wait(0.2);
  }
}
```

将左边所示的测试代码下载到能力风暴机器人中，下载方法参考“VJC1.5 开发版使用手册”2.9 节“下载程序”。

这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的compass_test1.jc。

运行下载的程序，用手托着机器人原地旋转，可观察到机器人 LCD 液晶显示屏上的显示 0－360 之间变化的数字，显示的数字就是当前机器人的方位数据。



观察一下显示的方位数据，如果机器人前方对准正北时显示的角度不为 0，可重新调整方位数据。调整方法是：将机器人前方朝正北，按一下正北校验按钮 SWITCH1，位置见左图。此时通讯指示灯点亮一下，然后又恢复为快速闪烁状态，方位数据就调整好了，且可以看到 LCD 显示角度为 0 或 360 左右的值(因为机器人可能在轻微晃动)。

通过上述步骤，数字指南针就可以正确指示机器人方位了。

11．3．3 自己动手试一试

如果您按照上述步骤一步步地做下来，就完成了数字指南针的安装调

试工作，数字指南针开始正常工作了。

数字指南针安装调试好后，用下面的代码演示一下数字指南针的功能，将代码下载到机器人中，拔掉串口通讯线，把机器人放到地上，运行程序，机器人开始原地旋转，同时显示当前机器人所在方位，朝向正北方时会叫一声。

将 JC 代码输入计算机之后，仔细复查一遍，注意不要输错，否则下载时 VJC1.5 会出现编译错误。这段代码也可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 compass_test2.jc。

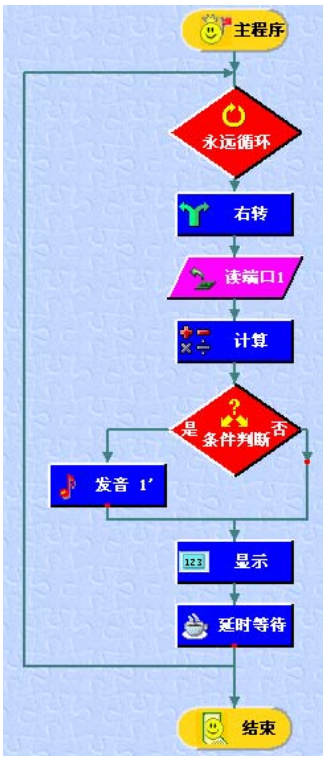
```
void main()
{
 int   iOrient;
 printf("Begin\n");
 drive( 0 , 40 );
 while(1)
 {
        iOrient = GetOrient();
        printf("Orient = %d\n",iOrient);
        wait(0.2);
        if(iOrient >= 358 || iOrient <= 2)
        {
              beep();

        }

 }
 printf("End\n");
}

int GetOrient()
{
        return read(0x4000)*2; /* 0x4000 为数字指南针接口卡地址  */
}
```

11．3．4 用流程图编写数字指南针程序

VJC1.5 开发版中的“AS 多功能扩展卡”模块库中的“读扩展卡”模

块可用于编写数字指南针流程图。下面给出的流程图程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 compass_test3.flw。

“读扩展卡”模块用于读取 ASBUS 总线数据，由于数字指南针与能力风暴机器人采用 ASBUS 总线进行通讯，所以可以用于编写数字指南针流程图。



按左图编写流程图程序。

设置各模块的参数，使得生成的 C 代码如下所示，如果对 VJC1.5 模块参数设置方法不熟悉，可参考 “VJC1.5 开发版使用手册”。

```
int ex_1=0;
void main()
{
    while(1)
    {
        drive( 0 , 80 );
        wait( 0.100000 );
        stop();
        ex_1=read(0x4000);
        ex_1 = ex_1 * 2;
        if((ex_1 <= 2) || (ex_1 >= 358))
        {
            tone(523.200012,0.250000);
        }
        printf( "ex_1 =%d\n" ,ex_1);
        wait( 0.500000 );
    }
```

}运行程序，观察一下 LCD 液晶显示屏数据是不是标明了机器人所在方位？

小知识

指南针

在我国的史书上记载着这样一个传说，在距今 4000 多年前，黄帝与蚩尤大战的时候，黄帝被困在大雾中，黄帝的部下发明了一个可以指示方向的“指南车”，帮助黄帝冲出大雾，反败为胜。“指南车”利用齿轮机械的原理解决了指向问题，可以说是人类历史上最早的方向指示器了。

我国古代劳动人民在长期生产实践过程中又发现了地磁现象，利用地球具有南北两个磁极的特性，发明了罗盘，用磁性的原理解决了指南问题，为 600 年前我国伟大的航海家郑和创造的七下西洋的辉煌壮举奠定了基础。

指南针与造纸、火药、活字印刷一起成为中国古代四大发明，为人类文明发展作出了卓越贡献。

11．4 学一点硬件知识

利用能力风暴主板上的 ASBUS 总线提供的接口功能可以开发各种各样的扩展卡，有关 ASBUS 总线的知识可参考广茂达公司“能力风暴机器人 AS_MII 使用手册”。

数字指南针扩展卡是基于 ASBUS 总线接口开发的，下面给出的数字指南针扩展卡电路原理图按功能大致可分为三个区域。

1　作用：提供磁场检测模块所需工作电压。

数字指南针磁场检测模块工作电压范围为 9-12V,如低于 9V，数字指南针可能工作不正常，高 12V 会损伤数字指南针。能力风暴工作电压为 5V,低于磁场检测模块工作电压，因此必须将主板电压提高。这部分电路首先通过 DC-DC 模块将电压提升到 12V,然后通过 7809 三端稳压器件将电压稳定到 9V。图中 JP1 为电路版上的白色 4 芯插座，是磁场检测模块与接口卡之间的电源与信号通道。

2　作用：信号控制电路。

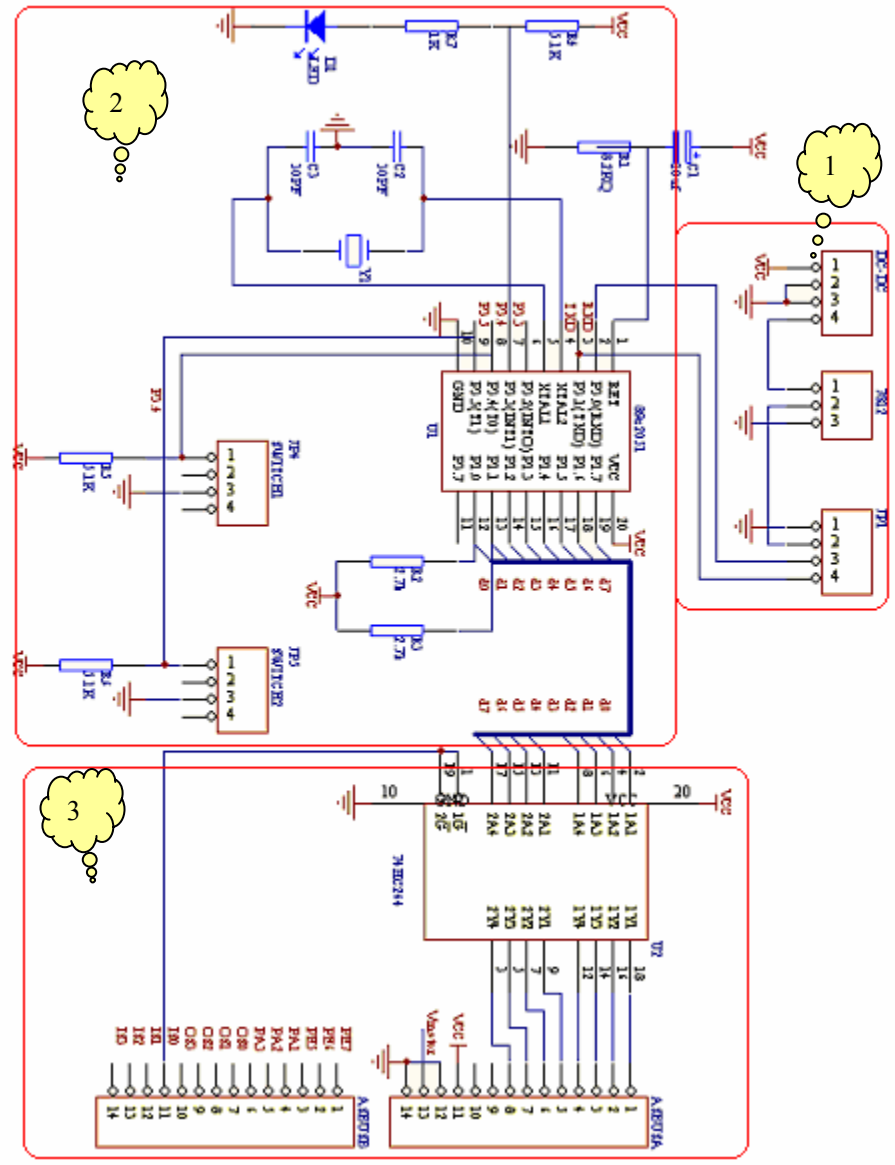
电路由 51 系列的 89C2051 芯片及相关的外围元件组成，一方面 89C2051 芯片不断地通过 P3.0、P3.1 与磁场检测模块进行通讯，不断将接收到的机器人方位数据发送到 ASBUS 数据总线 P1.0-P1.7，另一方面不断通过 P3.4、P3.5 轮流读取硬磁校验与正北校验按钮状态，如“硬磁校验”或“正北校验”按钮被用户按下，则执行相应的功能，执行完毕后恢复与磁场检测模块的通讯。图中发光二极管作为 89C2051 芯片工作状态指示灯。

作用：与能力风暴 ASBUS 接口电路。

图中 74HC244 为 8 路 3 态缓冲驱动芯片，能将数据总线上的数据进行缓存。能力风暴机器人通过 ASBUS 总线上的 IS0 为 74HC244 提供片选信号，当能力风暴机器人执行 read(0x4000)语句时，首先 IS0 为高信号，74HC244 将 89C2051 数据总线的数据进行锁存，然后能力风暴机器人通过 ASBUS 数据总线 PC0-PC7 读取 74HC244 锁存的数据，这样机器人就得到了当前所处的方位。

能力风暴 ASBUS 总线上 IS0-IS3 分别对应着地址 0x4xxx、0x5xxx、0x6xxx、0x7xxx，详细信息参考广茂达公司“能力风暴机器人 AS-MII 使用手册”，因为数字指南针接口卡 74HC244 芯片通过 IS0 进行片选信号，因此必须通过 read(0x4xxx)语句读取总线数据，0x4xxx 表示 0x4000-0x4xxx 之间的任何地址数据。

数字指南针接口卡原理图


2
1
3
VCC
10
20

11．5 你问我答

为什么要进行硬磁校验

数字指南针所在的环境有一个干涉磁场，由指南针的外体或机器人机构产生，它是一个恒定和静态的磁场，固定作用在磁敏元件上并与地球磁场矢量叠加，当机器人旋转时这个磁场对磁敏元件的影响不会改变，硬磁校验就是要消除这个固定磁场的影响，否则会导致严重的测量误差。

怎样进行硬磁校验

首先将数字指南针安装在机器人上，打开机器人电源开关。

按一下硬磁校验按钮，原地旋转大于 360°，系统即可得到补偿所需的数据并保存。

再按一下硬磁校验按钮，系统根据保存的数据消除固定“硬体”干涉磁场的作用。

为什么要正北校验

为了给指南针提供一个方位基准，并将基准的角度值定为 0 度。除了正北方之外，用户也可选择其它方向作为基准。

怎样进行正北校验

把机器人朝向用户认为的正北方向，并保持不变，然后按下指南针接口卡上的“正北校验”按钮，看到接口卡上的通讯指示灯亮一下就可以了。

什么情况下下对数字指南针进行校验

首次使用数字指南针、在新的场地使用数字指南针或对机器人机构做了较大改动，发现数字指南针方位指示不正确时，应该进行校验，校验步骤为先进行硬磁校验，然后进行正北校验。

数字指南针能和其它扩展卡一起使用吗	数字指南针的地址固定为 0x4000,只要其它扩展卡的读取数据的地址与这个地址不冲突，都可以与数字指南针配合一起使用。
数字指南针能和其它扩展卡地址冲突了怎么办	首先看其它扩展卡有没有地址跳线,如有可以通过地址跳线修改其它扩展卡地址,如没有可以改变数字指南针地址,方法是将电路版上的 74HC244 的片选信号改为 IS1、IS2 或 IS3,对应的新的地址分别为 0x5000、0x6000、0x7000。也可以改变其它扩展卡地址，方法类同。
数字指南针安装好后其它扩展卡怎么安装	由于数字指南针电路板上没有提供排母,其它扩展卡不能往上叠加,因此如要使用多个扩展卡必须把数字指南针叠加在其它扩展卡上面。
磁场检测模块能倾斜着安装吗	最好不要倾斜安装，否则会有误差。
如果工作时数字指南针上通讯指示灯不闪烁，说明数字指南针出故障了吗	由于通讯指示灯快速闪烁,因此指示灯较暗，在外界光照较强的情况下，不一定能观察到指示灯闪烁现象,只要能正确测量方位就标明数字指南针工作正常。当然如果指示灯坏了，指示灯也不闪烁。
数字指南针上电后有时会发出轻微振动声，说明数字指南针出故障了吗	正常现象
为什么有时数字指南针得到的机器人方位不变	请检查机器人电池电压，如果电压太低，导致磁场检测模块工作电压低于 9V，磁场检测模块将停止工作。
为什么数字指南针得到的机器人方位总是	由于方位角范围为 0-360°，用 16 进制表示为 0H-167H,所以需要分为两个字节来表

偶数	示。而“能力风暴”机器人数据总线为 8 位，为此数字指南针接口卡将接收到方位角除以 2，然后发送到 ASBUS 总线上，机器人从总线上读取到方位角后要乘以 2 才得到范围在 0-360° 间的方位角。在数据变换过程中数据精度有所损失。
串口通讯是怎么回事	通讯设备与通讯终端之间进行数据传输的通道，TXD 用于发送数据，RXD 用于接收数据。
磁场检测模块工作原理是怎样的？	磁场检测模块采用 PHILIPS 公司的 KMZ52 作为磁场传感器，KMZ52 是一个两维磁场传感器，利用磁阻元件的电阻值随磁场大小而改变的原理性来测量地球磁场。由于地球磁场非常微弱，为了提高测量灵敏度，KMZ52 采用补偿线圈消除偏移，用电磁反馈技术消除温度的敏感漂移。磁场检测模块具有磁场测量、传感器偏移补偿、磁场干涉的补偿、正北校准等功能。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十二　温度检测卡

12．1 用途

温度检测卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一。可以使能力风暴机器人感知周边环境温度。

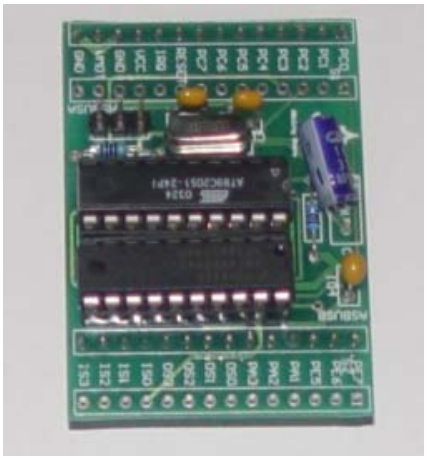
12．2 认识一下温度检测卡

打开温度检测卡包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
单总线数字温度计	1
温度传感器接口卡	1
产品合格证	1

温度检测卡由单总线数字温度计和温度传感器接口卡组成。

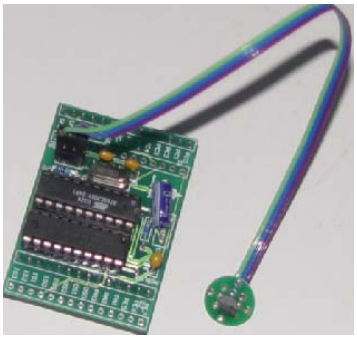
单总线数字温度计(DS18B20)



温度传感器接口卡。

12．3 使用方法

12．3．1 温度检测卡的安装



将单总线数字温度计插座插到接口卡温度计插针上。接插时有金属片的一侧向里（有 AT89C2051 芯片的一侧），不要插反，否则会损坏温度计。

将温度传感器安装到机器人主板上。将温度计固定在适当的扩展机械结构上。

温度传感器接口卡上有两排排针，分别标记为 ASBUSA（靠近温度计插针）和 ASBUSB，将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上，注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

装好后的温度检测卡如图所示。

12．3．2 温度检测卡的调试

下面我们编写一个简单测试程序检查一下温度检测卡是否工作正常。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 temp_test1.jc。这段程序完成的功能是对环境温度的检测。

由于温度计能检测的温度范围为－25℃ -- +100℃，对应的 0－255 之间的值，为了直接显示温度值，测试程序通过（m*0.5-25.0）对检测的值进行了变换。

```
void main()
{
    float m;
    int n;
    while(1)
    {
        n = digitalport(1);
        if(n == 0)
        {
            m = (float)read(0x4000);
            printf("temp = %f\n",(m*0.5-25.0));
            wait(0.1);
        }
    }
}
```

将程序通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中，运行程序，观察机器人显示屏上的数据，是否显示环境温度，用手握住数字温度计，观察一下显示的温度是否变化。

注意：不要将数字温度计放到水里面来测量水温。

12．4 自己动手试一试

如果您按照上述步骤一步一步的做下来，就完成了温度检测卡的测试工作，表明温度检测卡工作正常。

下面的代码演示了一个温度检测卡简单应用，用机器人模仿婴儿的行为，当婴儿发烧（环境温度高于 38.5℃）或感觉到寒冷（环境温度低于 0.0℃）时，婴儿会“烦躁地”原地打圈，否则会不停唱歌。

```
void main()
{
    float m,fTemp;
    int n;
    while(1)
    {
        n = digitalport(1);
        if(n == 0);
        {
            m = (float)read(0x4000);
            fTemp = m*0.5-25.0;
            printf("temp = %f\n",fTemp);
            if(fTemp > 38.5 || fTemp < 0.0)
            {
                drive( 0 , 80 );
                wait( 0.100000 );
                stop();
            }
            else
            {
                tone(523.200012,0.250000);
                tone(587.299988,0.250000);
                tone(659.200012,0.250000);
            }
            wait(0.2);
        }
    }
}
```

12．5 技术参数

测量温度范围	－25℃ -- +100℃
测量精度	±1℃

12．6 你问我答

什么是数字温度计	温度检测卡采用的数字温度型号为DS18B20，其内部带有AD转换器，将温度信号以规定的格式转换为数据，并输出，其特点是数据精度很高（12位）。 关于DS18B20详细信息可参考DS18B20芯片数据手册。
能在图形化编程环境中使用温度检测卡吗	不能，digitalport 读取地址为 0x1000，VJC1.5 开发版没有提供读取 0x4xxx-0x7xxx 以外地址的模块。
温度检测卡地址为多少	温度检测卡使用ASBUS总线的IS1进行通道选择，所以地址为0x4000。
温度检测卡能和其它扩展卡一起使用吗	能，只要地址不冲突
安装温度检测卡后，其它扩展卡怎么安装	温度检测卡电路板上ASBUSA和ASBUSB总线插针旁各有一排插孔，其它扩展卡可通过这两排插孔进行叠加。

我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十三　无线通讯模块

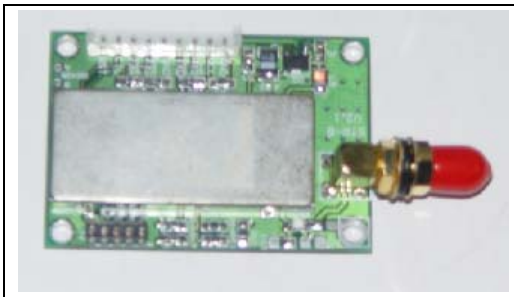
13．1 用途

无线通讯模块能力风暴机器人系列扩展卡之一，主要用于 PC 机与能力风暴机器人之间以及能力风暴机器人相互之间近距离数据交换，在足球比赛中，多机器人之间借助无线通讯模块可相互配合，交流信息。

13．2 认识一下无线通讯模块

打开无线通讯模块包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
微功率数传模块	1
通讯线	1
天线	1
产品合格证	1

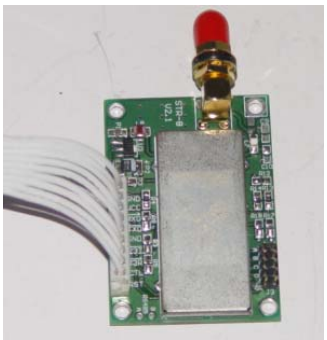
	微功率数传模块 微功率数传模块提供有RS-232、RS-485 和 RART/TTL 电平 3 种接口方式，可直接与计算机、RS-485 设备、单片机或其它 UART 器件直接连接使用。
	9 芯带二极管通讯排线

	天线、天线连接线及连接附件。

13．3 使用方法

注意，无线通讯模块为机器人主板上微处理器通过串口进行数据传输提供通道，因此与其它扩展卡（通过 ASBUS 总线并口数据线）不一样，无线通讯模块不是安装在 ASBUS 插座上，需要自己动手焊接在机器人主板上。

13．3．1 无线通讯模块的安装



将通讯线插头插到微功率数传模块上。注意接插方向，不要插反，一般情况下将插头沿插座导槽插入即可。

通讯线为 9 芯排线，每根线接口含义在电路板插座旁标明。

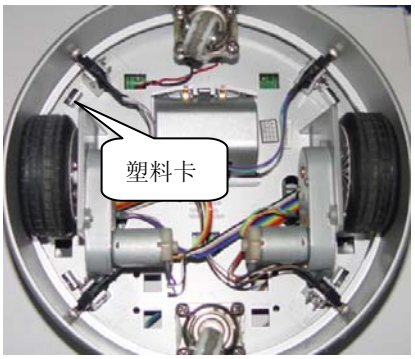
一般情况下只需其中 4 芯：

1：GND（地）

2：VCC（电源）

6：232T（发送数据）

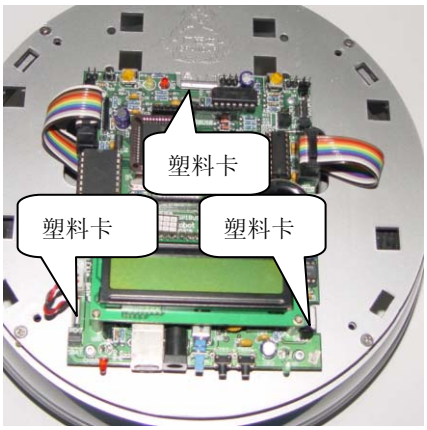
7：232R（接收数据）



将通讯线焊接在主板上

首先打开机器人上盖，机器人上盖通过 4 个塑料卡与底盘相连，只要将塑料卡往外稍用力推，即可取下上盖。

将传感器插头拔下（记住插头方向，以免插回时插反），将上盖放好。



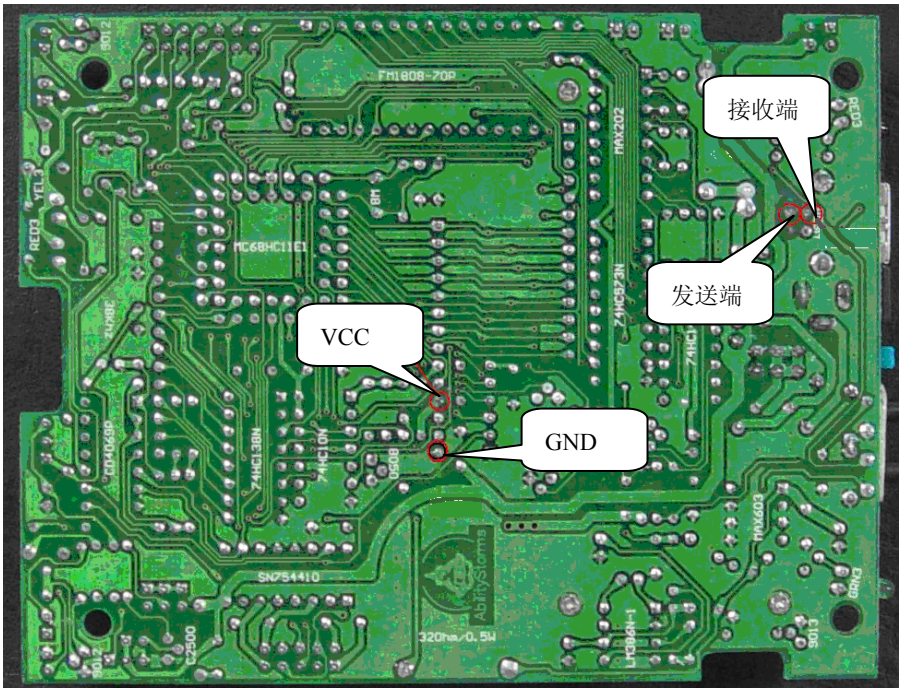
将机器人主板从底盘上取下。

主板通过三个塑料卡固定在底盘上，在取下主板时首先将主板显示屏所在一端稍往上抬，使主板安装孔从底盘定位柱上分开，然后将两侧塑料卡稍微用力往外这样主板的一端就从底盘上脱离开来。拔下左右轮控制信号排线，取下主板。

操作过程中要小心，以免损坏主板。

将通讯线焊接在主板上

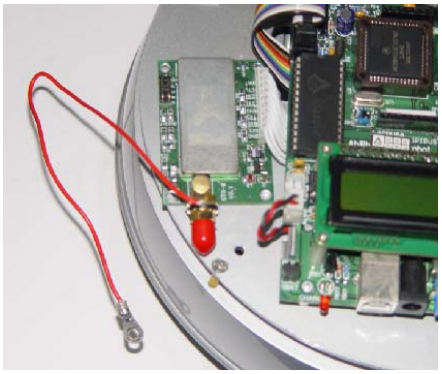
将通讯排线第 6 芯（带二极管）焊接在机器人主板数据接收端焊盘上，第 7 芯焊接在主板数据发送端焊盘上，VCC 和 GND 焊接在主板电源和地上，位置如图（VCC 和 GND 不同版本主板印刷电路版可能不完全相同，因此不一定要焊接在如下图一样位置，只要是电源和地就可以了）。在焊接时注意不要短路或虚焊。



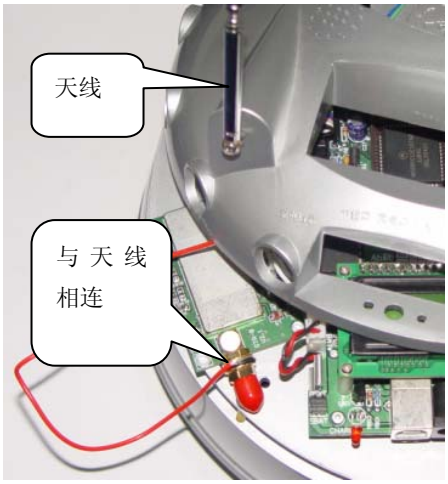
焊好 4 根通讯线后，其它不需要的通讯线可以剪短将线头包好，不要相互或与主板短路。将通讯排线用胶带或其它方式在主板上固定，以免脱落。

将主板重新安装在底盘上，安装步骤与取下步骤相反。

将主板安装在底盘上后，接下来要安装通讯模块。



将无线数传模块安装在底盘上，可以在底盘上打安装孔或用双面胶，注意安装位置，否则会影响以后上盖的安装。将天线连接导线一端与天线连接头接好。



将天线安装在机器人上，将天线连接线另一端连接在天线上，如图所示。

将上盖安装在底盘上，将传感器插回到原来插座上，将透明顶盖装好，这样带无线通讯模块的机器人就装好了。

13．3．2 无线通讯模块的调试

要测试无线通讯模块至少要两台安装有无线通讯模块的机器人（也可用一台机器人和一台带无线通讯模块的 PC 机），一个机器人发送数据，另一个接收数据。

将下面发送和接收测试程序分别下载到两台装有无线通讯模块的机器人中。测试程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 wlserial_send.jc 和 wlserial_rev.jc。

发送数据测试程序 wlserial_send.jc

```
void main()
{
```

```
    int i = 0;
    hold_serial();
    while(1)
    {
        serial_putchar(i);
        wait(0.2);
        i++;
        if(i>255)
            i = 0;
    }
    share_serial();
}
```

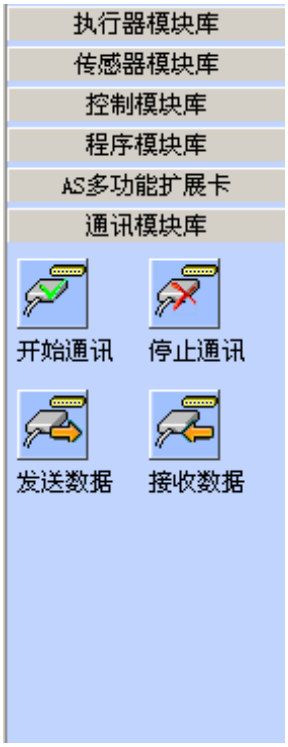
接收测试程序 Test_Rev.jc

```
void main()
{
    int i = 0;
    hold_serial();
    printf("Rev…\n");
    while(1)
    {
        i = serial_getchar();
        beep();
        printf("Rev=%d\n",i);

    }
    share_serial();
}
```

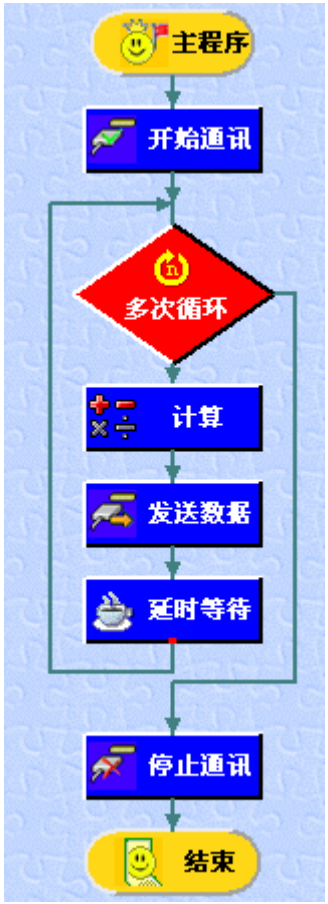
启动数据接收机器人，运行接收测试程序，机器人处于数据接收状态；启动数据发送机器人，机器人开始发送数据，数据接收机器人接收到数据后会叫一声，同时将接收到的数据显示出来。

13．3．3 用流程图编写无线通讯收发程序

VJC1.5 开发版中的“通讯模块库”中的模块用来编写串口通讯程序。下面是用图形模块编写的流程图程序，测试程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册”目录下的 wlserial_send.flw 和 wlserial_rev.flw。



“开始通讯”模块要在调用“发送数据”模块和“接收数据”模块之前调用，如不再使用串口通讯之后，要调用“停止通讯”模块。



在流程图编程环境中编写数据发送测试程序

```
int gi_1=0;
void main()
{
    hold_serial();
    {
     int i_4;
     for(i_4=0;i_4< 100 ;i_4++)
     {
          gi_1 = gi_1 + 1;
          serial_putchar( gi_1 );
          wait( 0.300000 );
     }
    }
    share_serial();
}
```

设置相关模块，生成左图所示代码，将编制的数据发送测试程序下载到数据发送机器人中。

在流程图编程环境中编写数据接收测试程序

```
int sci_1=0;
void main()
{
    hold_serial();
    while(1)
    {
        sci_1=serial_getchar();
        printf( "sci_1 =%d\n" ,sci_1);
    }
    share_serial();

}
```

设置相关模块，生成左图所示代码，将编制的数据接收测试程序下载到数据发送机器人中。

运行程序，观察数据收发是否正常。

13．4 无线数传模块

13．4．1 无线数传模块特点

a．微功率发射。

最大发射功率为10mW。

b．高抗干扰能力和低误码率。

基于FSK的调制方式，采用高效前向纠错信道编码技术，提高了数据抗突发干扰和随机干扰的能力，在信道误码率为10^{-2}时，可得到实际误码率10^{-5}～10-6。

c．传输距离远。

在视距情况下，天线高度>3米，可靠传输距离>300m（BER=10-3/1200Bit/s）。

d．透明的数据传输。

提供透明的数据接口，能适应任何标准或非标准的用户协议。自动过滤掉空中产生的噪音信号及假数据（所发即所收）。

e．多信道,多速率。

提供8个通讯信道，满足用户多种通信组合方式。可提供1200Bit/s,2400Bit/s,4800Bit/s,9600Bit/s等多种通行波特率，并且接口波特率与无线传输波特率一样，以满足客户设备对不同波特率的需要。

f．双串口，3种接口方式。

提供2个串口3种接口方式，COM1为TTL电平UART接口。COM2由用户自定义为标准的RS-232/RS-485口。

g．低功耗及休眠功能。

接收情况下，电流<10mA，发射电流<30mA,休眠时电流仅为<10uA。

h．高可靠性，体积小、重量轻。

采用CC1000单片射频集成电路及单片MCU,外围电路少，可靠性高，故障率低。

13．4．2 通讯接口定义

无线数传模块提供了 1 个 9 针的连接器（JP1）其定义基于终端的连接方式见表。

序号	定义	说明	电平	备注

1	GND	电源地	电源地	
2	VCC	电源DC	＋3.6～5.0V	
3	RxD/TTL	串行数据接收端	TTL	TxD
4	TxD/TTL	串行数据发射端	TTL	Rxd
5	SGND	信号地	信号地	
6	A(TxD)		RS-485的A口或RS-232的TxD	
7	B(RxD)		B(RxD) RS-485的B口或RS-232的RxD	
8	无定义			
9	无定义			

接口定义中管脚 3、4 用于 TTL 电平数据收发，可与单片机或其它 UART 器件直接连接使用，6、7 脚提供 RS-232 通讯接口，可与计算机串口直接相连。通过跳线选择也可用于 RS-485 方式通讯，能直接连接 RS-485 设备。关于 RS-485 知识可参考其它技术文档。

13．4．3 通讯方式

无线通讯模块通讯信道可通过通讯方式选择跳线(JP2)的进行选择，信道选择 ABC 三位跳线位置不同对应不同通讯信道，用户可通过 ABC 确定使用 0-7 号信道，在一个通讯小网中，只要 ABC 跳线方式相同，就可以相互通讯。0—7 信道所对应的频率为：

信道号	频率	信道号	频率
0（ABC插上）	429.0012MHz	4	431.4588MHz
1	429.6156MHz	5	432.0732MHz
2	430.2300MHz	6	432.6876MHz
3	430.8444MHz	7（ABC不插）	433.3020MHz

无线数传模块提供的两个串口，COM1（JP1的Pin3、Pin4）固定为TLL电平的UART串行口；COM2(JP1的PIN6,PIN7)可通过JP2的D位来选择接口方式：

D=1(不插短路器)：COM2=RS-485，为RS485的A、B口。

D=0(插短路器)：COM2=RS-232，为RS232的RXD、TXD。

JP2的E位是用来对校验方式的选择：即8E1和8N1的选择。

E=1(不插短路器)：8E1 带一位校验位。

E=0(插短路器)：8N1 不带校验位。

13．5 技术参数

调制方式	FSK
工作频率	429.00～433.30MHz
发射功率	10dBm
接收灵敏度	-105dBm
发射电流	≤30mA
接收电流	≤10mA
接口速率	1200/2400/4800/9600/19200Bit/s 用户可选
接口数据格式	8E1/8N1
工作电压	+3.6～5VDC
工作温度	-25℃~70℃
工作湿度	10%~90%相对湿度，无冷凝
外形尺寸	53mm×38mm×10mm

13．6 你问我答

无线通讯模块信道是怎么回事	无线通讯模块通讯时，接收方的工作频率必须与发送方频率保持一致，否则数据不能得到有效接收。 无线数传模块提供了 8 个通讯信道，采用不同信道的机器人之间信号相互不会干扰。

无线通讯模块提供了双串口，它们能同时工作吗	无线数传模块提供了两个串口，在使用时注意以下事项： i. 对于空中接收的数据，无线数传模块通过串口转送给终端设备时，COM1和COM2同时输出，及用户如果在COM1和COM2各连接了1个设备，他们都可同时收到数据。 ii. 对于由终端设备送来，准备向空中发射的数据，无线数传模块只能接收COM1或COM2其中1个串口送来的数据，不能同时接受2个串口送来的数据。 建议：用户只连接使用 COM1 或 COM2 中的 1 个串口。
接收与发送数据会相互干扰吗	无线数传模块为半双工通信方式，编程时要注意收发的来回时序，否则会丢失数据
能利用无线通讯模块实现多机器人之间通讯吗	无线数传模块的通信信道是半双工的，最适合点对多点的通信方式，这种方式首先需要设1 个主站，其余为从站，所有站都编一个唯一的地址。通信的协调完全由主站控制，主站采用带地址码的数据帧发送数据或命令，从站全部都接收，并将接收到的地址码与本地地址码比较，不同则将数据全部丢掉，不做任何响应；地址码相同，则证明数据是给本地的，从站根据传过来的数据或命令进行不同的响应，将响应的数据发送回去。这些工作都需要上层协议来完成，并可保证在任何一个瞬间，通信网中只有一个电台处于发送状态，以免相互干扰。
为什么有时会丢失数据	收发装置之间没有硬件握手信号，可能会导致数据丢失，如数据丢失严重，可采取多次发送方式，如每个数据发送 3 次，每次发送数据时间间隔最好大于 0.1 秒，接收数据机器人收到数据后处理时间不要过长，可采用多线程方式，一个线程负责接收数据，另一个线程负责处理数据。

我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十四　气敏传感器

14．1 用途

气敏传感器包括三种传感器，即 CO 传感器、空气质量传感器和燃气（甲烷）传感器。

14．2 认识一下气敏传感器

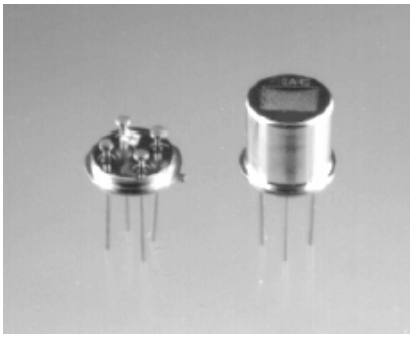
打开气敏传感器包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
气敏传感器	1
产品合格证	1

气敏传感器由传感器探头和接口卡组成，根据后面所附的原理图可发现，接口卡上实际上为通用气体传感器，根据接口卡上探头不同种类不同，可检测一氧化碳、燃气（甲烷）、空气质量等，不同传感器探头见下图。

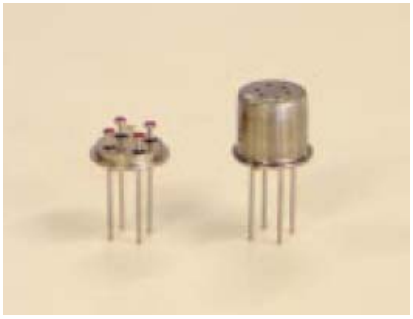
CO 传感器探头（TGS2442）

TGS2442 一氧化碳传感器探头将空气中含有的特定气体一氧化碳以适当的电信号定量输出。



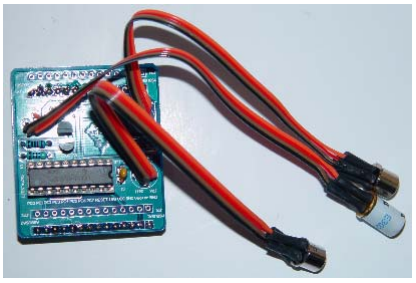
燃气（甲烷）传感器探头（TGS2611）

TGS2611 燃气传感器将空气中含有的特定气体甲烷以适当的电信号定量输出。



空气质量传感器（TGS2602）

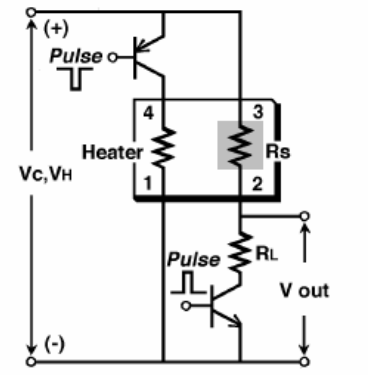
TGS2602 空气质量传感器将空气的污染程度以适当的电信号定量输出。



气敏接口卡

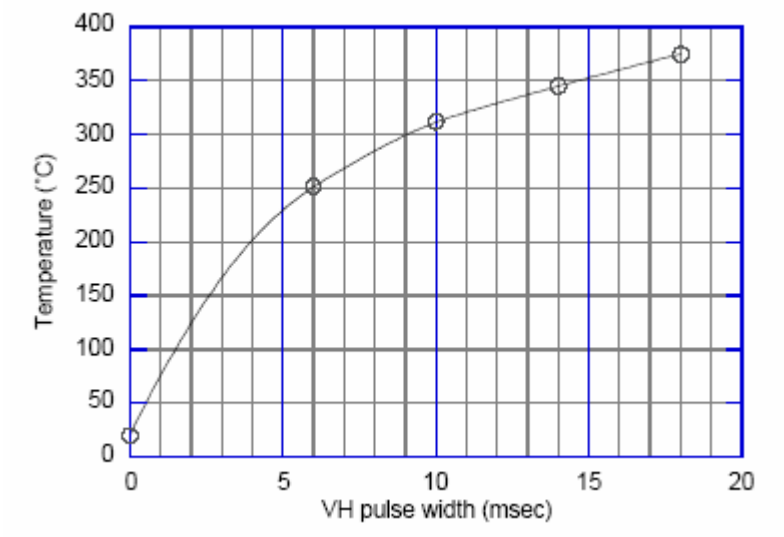
下面以一氧化碳传感器为主说明气体传感器使用方法，其它类型传感器使用方法类似。

下面是 CO 传感器探头基本电路图，图中探头管脚 2—3 之间电阻 Rs 用来测量 CO 浓度，其阻值随空气中 CO 浓度不同而变化，管脚 1—4 之间的为加热电阻，这一点与其它其它传感器不同，其它气体传感器不需要加热。

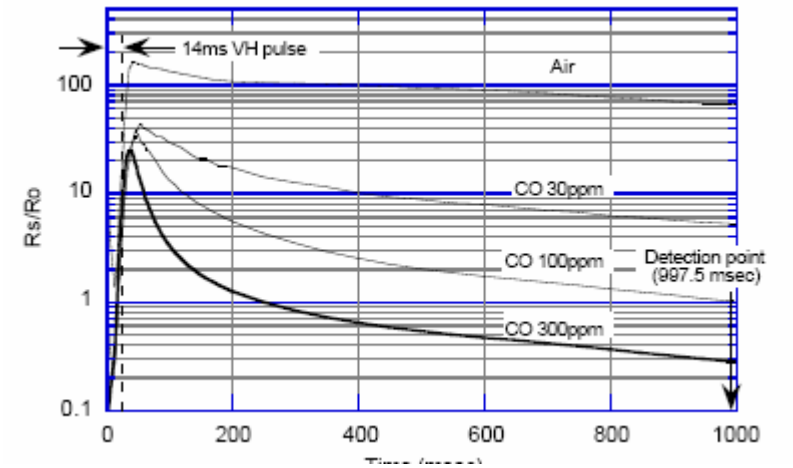


在温度低于 100℃时，一氧化碳传感器探头 TGS2442 灵敏度较高，但所测量的结果容易受空气中水分的影响，因此在测量前必须通过加热电阻对测量探头进行加热，下图显示了测量探头阻值与加热脉

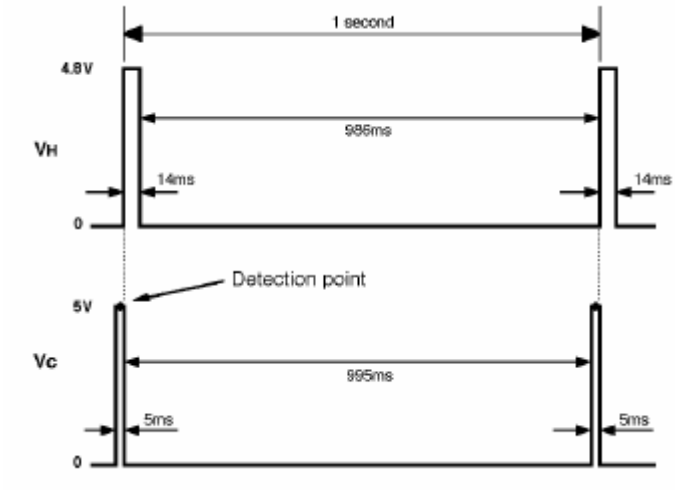
冲宽度的关系。



下图显示了测量灵敏度与加热时间的关系

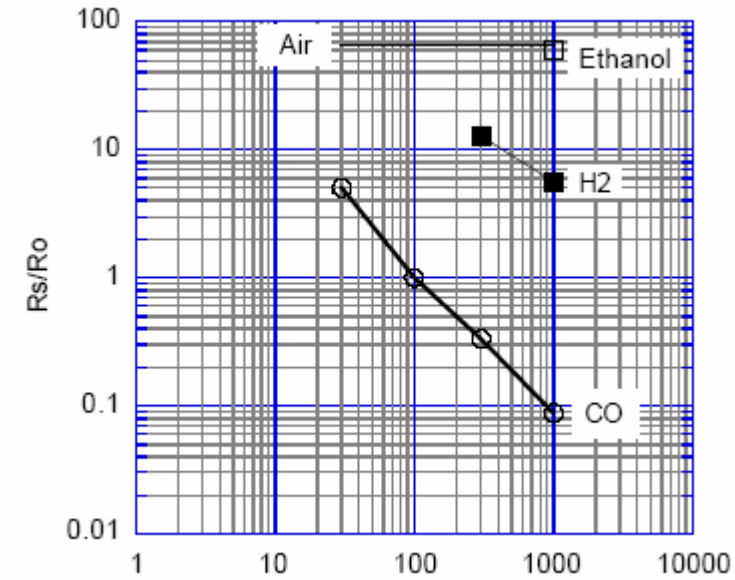


根据上述曲线分析，为了得到比较精确的测量结果，加热时间与测量时间应满足如下关系

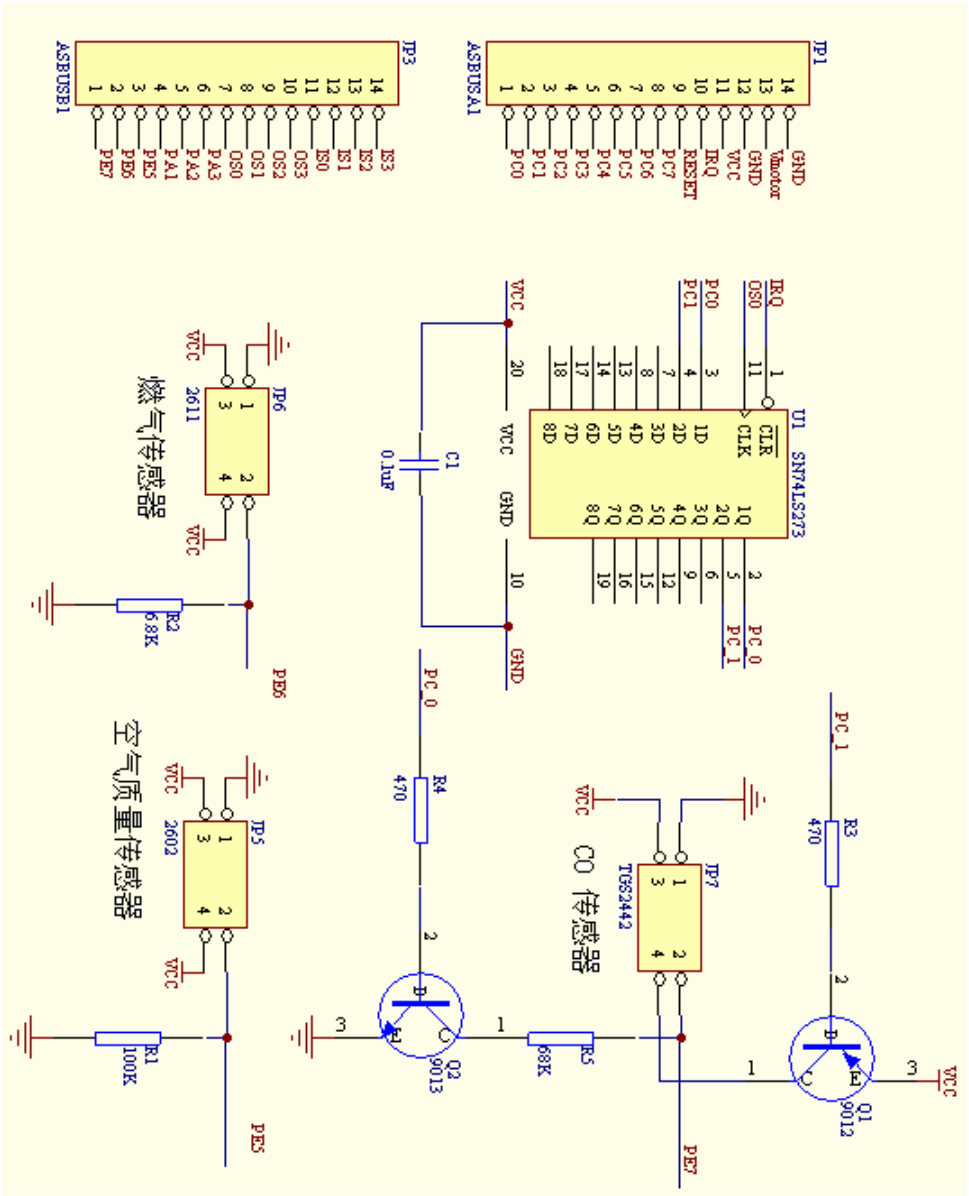


图中 V_H 为加热信号波形，V_c 表示为为测量探头阻值而加在探头 Rs 上的电压信号。最佳检测点在测量脉冲信号中间位置。

下图给出了测量灵敏度与气体浓度的关系，可见一氧化碳探测器探头对一氧化碳的灵敏度是非常灵敏的，一般情况下在一个 24 立方的房间里同时点燃 10 只枝香烟所产生的 CO 浓度不超过 20ppm，一氧化碳报警的浓度一般要超过 100ppm，因此香烟一般不会导致误报警。



下面给出气敏传感器接口电路原理图



根据原理图可知接口卡通过 ASBUS 总线 PC1、PC0 产生加热脉冲信号和测量脉冲信号，测量的结果通过 PE7 模拟输入口输入到系统中。

14．3 使用方法

14．3．1 气敏传感器的安装

将气敏传感器接口卡安装在机器人主板上。

接口卡上有两排排针，分别标记为 ASBUSA 和 ASBUSB，将排针插到机器人主板上的 ASBUS 总线排母上，注意接口卡方向不要插反，排针与主板上的排母不要错位。

14．3．2 气敏传感器的调试

将下面测试程序通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中。

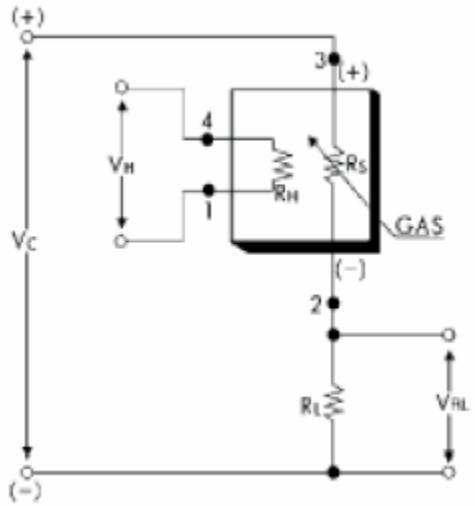
```
void main()
{
 int iGas;
 printf("Begin\n");
 poke(0x4000,0b10);
 wait(1.5);
 while(1)
 {
        poke(0x4000,0b00);
        wait(0.014);
        poke(0x4000,0b10);
        wait(0.981);
```

```
        poke(0x4000,0b01);

        wait(0.0025);


        iGas = analogport(7);


        printf("Gas = %d\n",iGas);


        wait(0.0025);


    }
}
```

运行程序，将传感器 CO 传感器探头放置到含有一氧化碳气体的环境中，观察机器人上读数变化，一氧化碳可通过香烟、燃烧的纸条等产生。

下面分别给出空气质量传感器和燃气传感器基本原理图和测试程序。

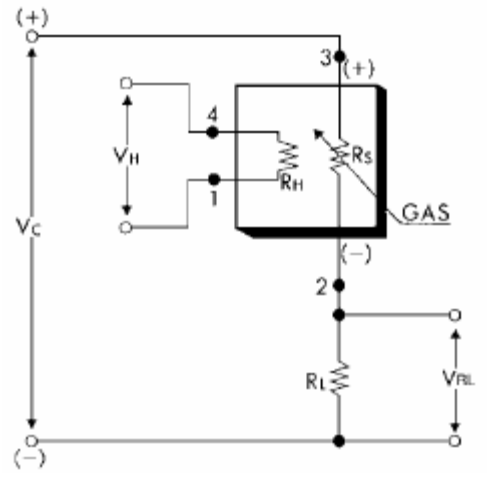
空气质量探测器基本电路图如下：



空气质量探测器测试程序为：

```
。void main()
{
    int iGas;
    printf("Begin\n");

    while(1)
    {
        iGas = analogport(5);
        printf("Gas = %d\n",iGas);
        wait(0.3);

    }
}
```

燃气探测器基本电路图如下：



燃气探测器测试程序为：

```
void main()
{
    int iGas;
    printf("Begin\n");

    while(1)
    {
        iGas = analogport(6);
        printf("Gas = %d\n",iGas);
```

```
            wait(0.3);

        }

    }
```

十五　多功能扩展卡

15．1 用途

多功能扩展卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一，与能力风暴机器人主板配合可以对 AS-EI 系列工程套件进行控制。

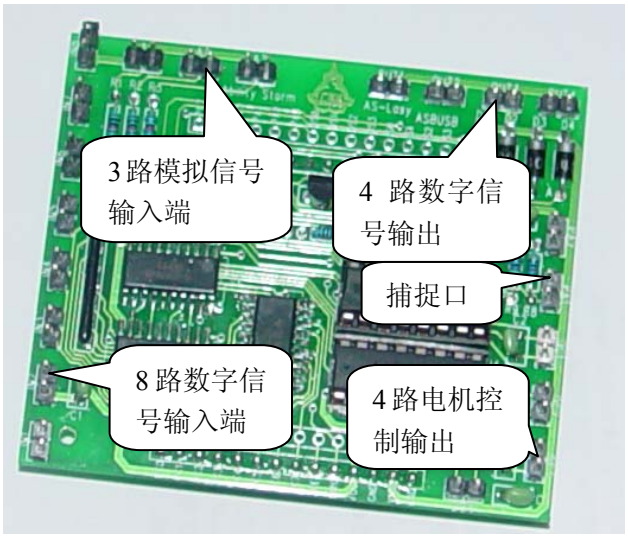
多功能卡提供了 8 路数字输入、4 路数字输出、3 路模拟输入、2 路输入捕捉以及 4 路电机控制信号输出。在机器人足球、灭火等比赛中有效使用多功能扩展卡，可大大地提高了机器人扩展能力。

15．2 认识一下多功能扩展卡

打开多功能扩展卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
多功能扩展卡	1
产品合格证	1

多功能卡充分利用了能力风暴主板上 ASBUS 总线强大的功能，提供了 8 路数字输入信号、4 路数字输出信号、3 路模拟输入信号以及 4 路电机驱动信号和 2 路输入捕捉口。



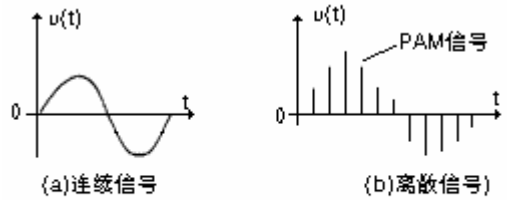
小知识

模拟信号和数字信号

(1)模拟信号

模拟信号波形随着信息的变化而变化，如右图所示的信号称为模拟信号，其特点是幅度连续（连续的含义是在某一取值范围内可以取无限多个数值）。

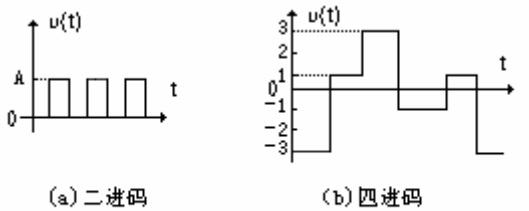
右图(a)所示的信号是模拟信号，其信号波形在时间上也是连续的，因此它又是连续信号。右图(b)所示的信号是对图(a)所示的模拟信号按一定的时间间隔抽样后的抽样信号，由于其波形在时间上是离散的，它又叫离散信号。但此信号的幅度仍然是连续的，所以仍然是模拟信号。电话、传真、电视信号都是模拟信号。



模拟信号

(2)数字信号

右图所示的信号是数字信号，其特点是幅值被限制在有限个数值之内，它不是连续的而是离散的。图(a)是二进码，每一个码元只取两个幅值(0，A)，图(b)是四进码，每个码元取四 (3、1、－1、－3)中的一个。这种幅度是离散的信号称数字信号。多功能扩展卡数字输入信号、数字输出信号都是数字信号。



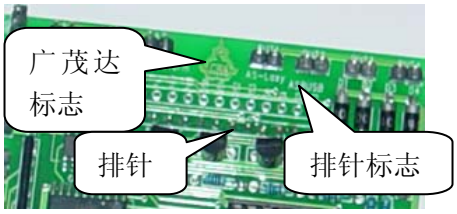
数字信号

(3)模拟信号的量化

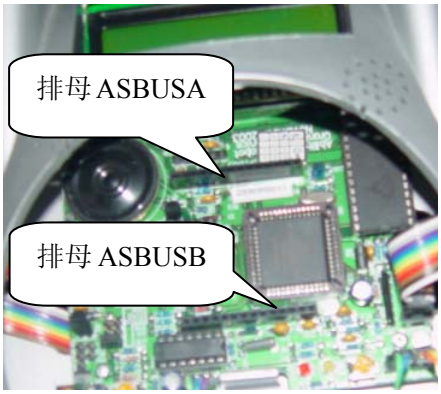
由于当前 CPU 只能处理数字信号，因此在对模拟信号处理之前必须先进行量化，能力风暴机器人将地面灰度、红外测距等模拟信号量化为 0－255 之间的整数，因此尽管模拟信号输入端接收到的是连续的模拟信号，但能力风暴机器人得到的读数都为 0－255 之间的整数。

15．3 使用方法

15．3．1 多功能扩展卡的安装



多功能扩张卡背面有两排插针，在电路板正面分别标有ASBUSA 和 ASBUSB，靠近广茂达标志一边的排针为 ASBUSB，另一侧的排针则为 ASBUSA。



将 ASBUSA、ASBUSB 排针对准能力风暴机器人主板上的 ASBUS 总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不能插反，否则会损坏扩展卡。

这是安装好多功能扩展卡后的的机器人图片。广茂达标志靠近传感器的一侧。

15．3．2 准备多功能扩展卡测试部件

为了测试多功能扩展卡有没有问题，我们需要下列部件。

AS-EI 系列工程套件中 12V 直流电机，用来检测电机控制输出信号。

AS-EI 系列工程套件中开关按钮，用来检测数字输入端信号。

AS-EI 系列工程套件中彩灯，用来检测数字输出端信号。

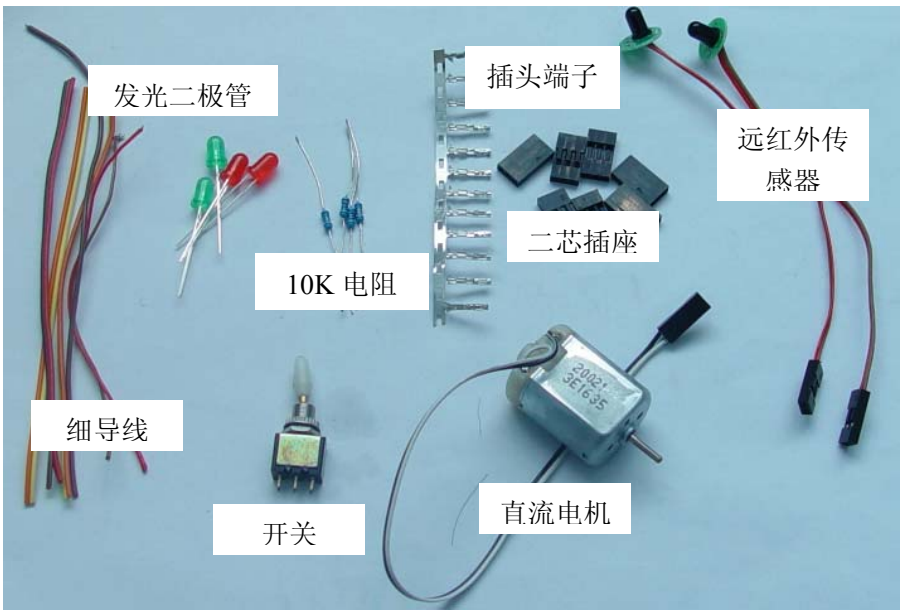
AS-EI 系列工程套件中光敏电阻，用来检测模拟输入信号。

15．3．3 自己动手制作测试部件

上面使用的部件都是 AS-EI 工程套件中零部件，可以用灭火比赛套件中的元器件代替，也可用电子市场上买到的其它部件来取代。下面介绍自己动手做测试部件的方法。

首先准备下列元器件：

元器件名称	数量
直流电机	1
发光二极管	4
10k 电阻	4
开关	1
远红外传感器	2
二芯插座	5
插头	5
细导线	若干



接下来，用美工刀截 10 根 15 厘米长的细导线，将导线两端的绝缘层

剥掉。

将剥好的导线的一端插入插头端子，用尖嘴钳将插头端子夹紧。注意导线的金属应与插头端子接触良好。做成 10 根这样的带插头的导线。

将做好的导线的插头端子插入二芯插座，这样就做成了一个带二芯插座的排线。做 5 根这样的排线。

将一个发光二极管与一个 10K 电阻串联起来，然后用电烙铁焊接到一根排线上（左图）。

将另外的几个发光二极管用同样的方法进行改造。

将改造过的发光二极管两管脚上裸露的金属处用绝缘胶带包好，注意相互之间不要短路。

我们将用改造过的发光二极管替代 AS-EI 系列工程套件中的彩灯，来检测数字输出信号。

拿一根排线，用电烙铁将剥好的线头牢固地焊接在开关上。将开关上裸露的金属处用绝缘胶带包好。

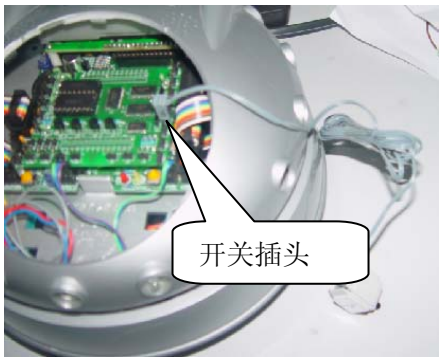
我们将用此开关替代 AS-EI 系列工程套件中的开关按钮，来检测数字输入信号。

AS-EI 系列工程套件中电机和光敏电阻可用直流电机和远红外传感器

替代。

下面我们将对多功能扩展卡各通道进行测试。

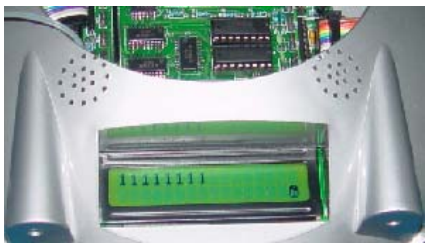
15．3．4 检测数字输入通道



将多功能卡安装在机器人主板上，然后把开关插到数字输入端口 IN1 上（最里边的数字输入端口），

将下面的程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。

```
void main()
{
    int iIn = 0;
    while(1)
    {
        iIn = read(0x4000);
        printf("%b\n",iIn);
        wait(0.1);
    }
}
```



一开始，能力风暴机器人上显示“11111111”，标明所有数字输入端处于断开的状态。

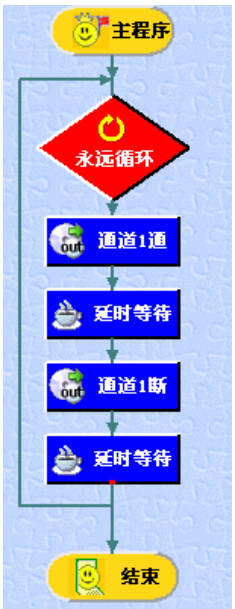
用手按一下开关，能力风暴机器人上显示“11111110”，表明数字输入端 IN1 闭合。

用同样的方法，将开关插座依次插到 IN1－IN8 端口上，即可检测数字输入端口是否工作正常。

15．3．5 检测数字输出通道

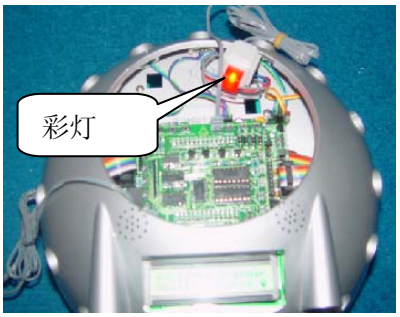
接下来检测数字输出通道。由于能力风暴 VJC1.5 开发版为多功能卡提供了专门的图形化模块，下面的测试程序将用流程图方式编写。

将 AS-EI 彩灯插头插到多功能扩展卡的数字输出端 OUT1 上。



用 VJC1.5 开发版把左边程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。

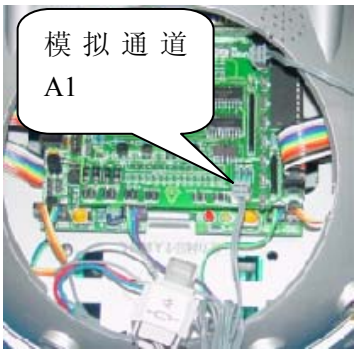
测试程序为“配件使用手册\测试程序”目录下 aslasy_test2.flw。



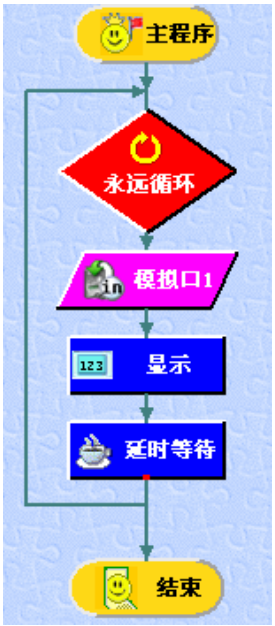
彩灯开始闪烁，表明输出通道 1 工作正常。注意：由于发光二极管有极性，假如您使用的是发光二极管，需注意插头的方向。

用同样的方法可分别测试输出通道 OUT1-OUT4。

15．3．6 检测模拟输入通道



将 AS-EI 光敏电阻插头插到多功能扩展卡的数字输出端 A1 上。



用 VJC1.5 开发版把左边程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。图中“显示”模块设置为显示“扩展卡模拟输入一”，设置方法参见广茂达公司《VJC1.5 开发版使用手册》。

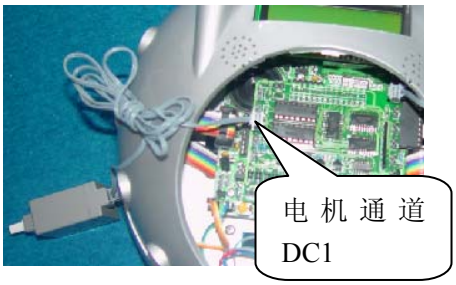
测试程序为“配件使用手册\测试程序”目录下 aslasy_test3.flw。

把机器人放在不同的光线下，可以看到机器人显示屏上的读数会随之变化。光照越强，读数越小。

注意：由于远红外传感器有极性，如果您用远红外传感器来替代光敏电阻，读数可能不变，这时将远红外传感器的插头反一下方向。此外，远红外传感器对暖光源比较敏感，最好用打火机、灯泡等来作光源。

用同样方法可测试其它模拟输入通道。

15．3．7 检测电机控制输出端口



将 AS-EI 电机插头插到多功能扩展卡的电机通道 DC1 上。

用 VJC1.5 开发版把左边程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。

测试程序为“配件使用手册\测试程序”目录下 aslasy_test4.flw。

可以看到电机首先正转一段时间，然后停止一段时间，接着反转一段时间，如此循环往复。

用同样方法测试可其它电机控制通道。

15．3．8 检测捕捉口

多功能卡的捕捉口能够捕捉脉冲信号，并累计脉冲数。下面是捕捉口的测试程序：

```
int TCTL2 = 0x1021;/*控制寄存器*/
int TFLG1 = 0x1023;/*标志寄存器*/
void main()
{
 int iPA1Cnt,iPA2Cnt;
 printf("begin\n");
 InitPA();
 while(1)
 {
        if((peek(TFLG1) & 0b010) != 0 )
        {
              iPA1Cnt++;
              poke(TFLG1,0b010);/*清零*/
        }
        if((peek(TFLG1) & 0b100) != 0)
        {
              iPA2Cnt++;
              poke(TFLG1,0b100);/*清零*/
        }
        printf("PA1Cnt=%d,Pa2Cnt=%d\n",iPA1Cnt,iPA2Cnt);
        wait(0.2);
 }
}
void InitPA()
{
        bit_set(TCTL2,0b00010100);/*设置 TCTL2,开放输入捕捉*/
        bit_clear(TCTL2,0b00101000); /*设置上升沿捕捉*/
        poke(TFLG1,0b110);/*清零*/
        return;
}
```

下载运行程序，将开关连接在多功能扩展卡的 PA1 口或 PA2 口上，反

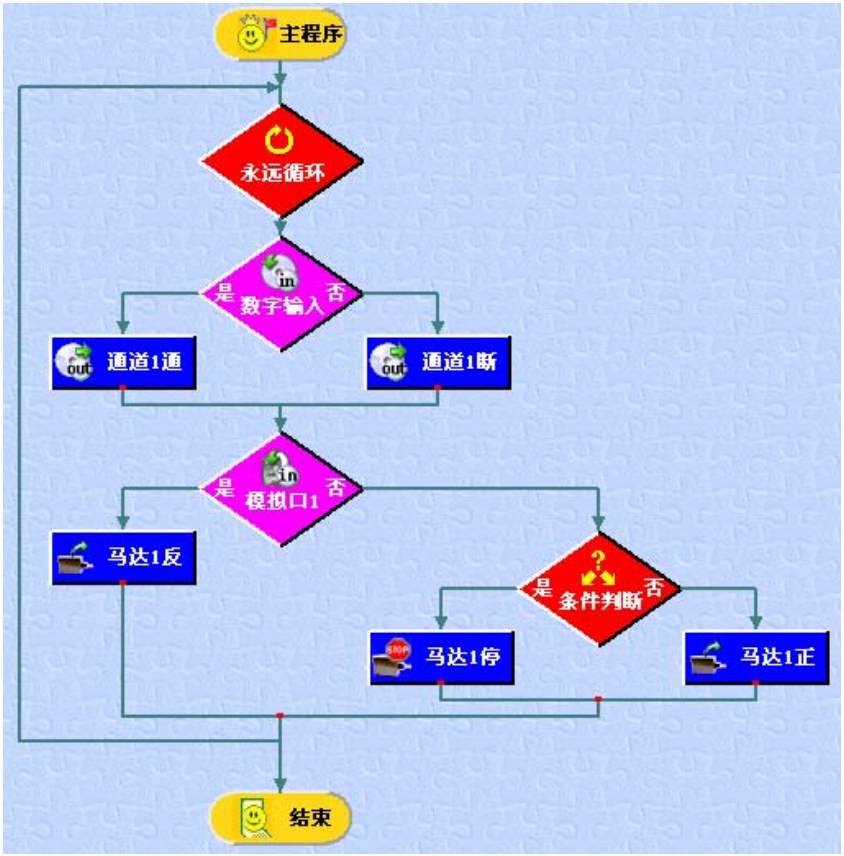
复按开关，机器人显示屏上可读到开关动作的次数。

利用 PA 输入捕捉口还可以测量脉冲宽度、计时等。

15．3．9 自己动手试一试

为了综合演示一下多功能扩展卡的功能，我们做一个下面的项目：机器人检测数字输入通道 IN1 状态，如果开关闭合，则数字输出通道 OUT1 上的信号灯点亮，然后用模拟输入通道 A1 上的光敏电阻检测信号灯的光线强弱，根据光强控制电机的停、正转或反转，电机接在控制通道 DC1 上。

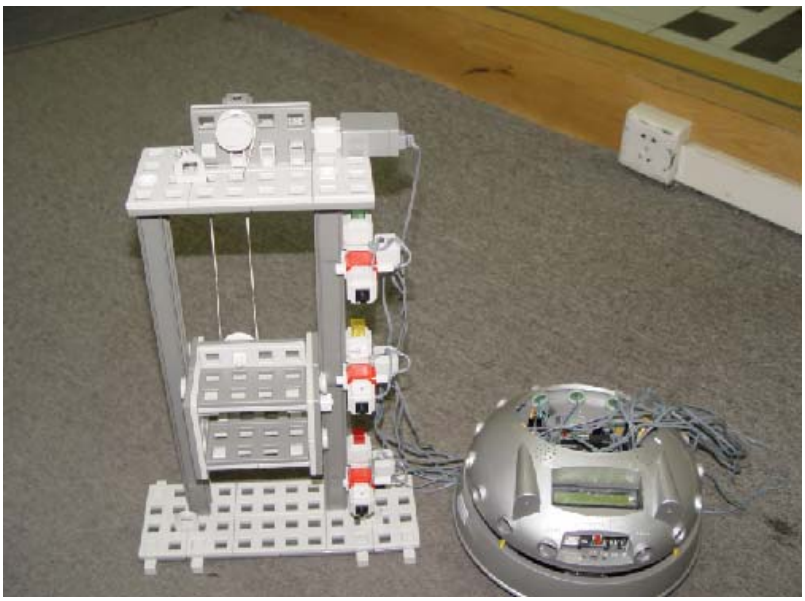
由于 VJC1.5 开发版提供了多功能卡模块库，因此我们用流程图编写该演示程序，这样可避免语法方面的错误。这段代码也可以在附带光盘中找到。程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 aslasy_test5.flw。



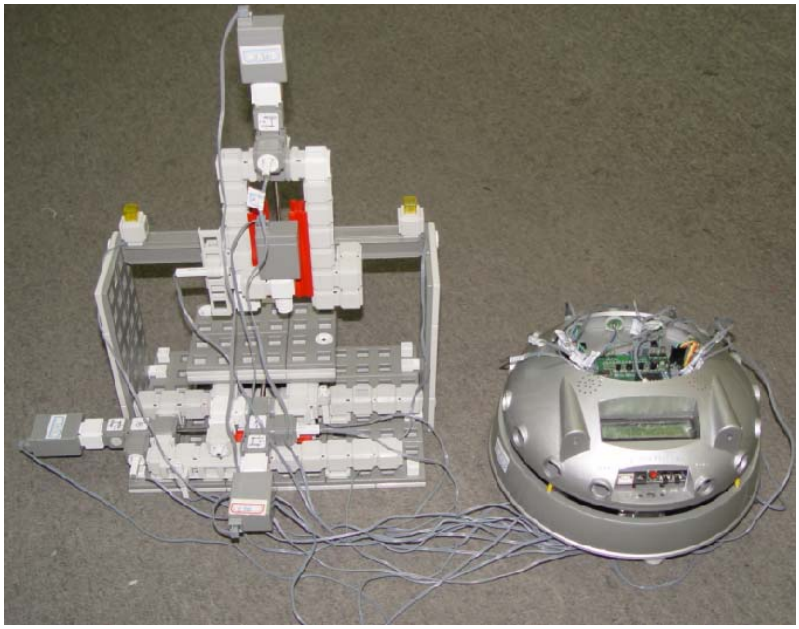
15．3．10 用多功能卡控制 AS-EI 工程创新套件

AS-EI 工程创新套件是由瑞士 LASY 公司生产的，有几十种模块和传感器可供选择，可自由搭接各种工业模型。用 AS-EI 工程创新套件和能力风暴智能机器人结合起来做项目，既能获得机械、电子、控制、软件等多学科知识的直观体验，又能真切感受到创造的乐趣。

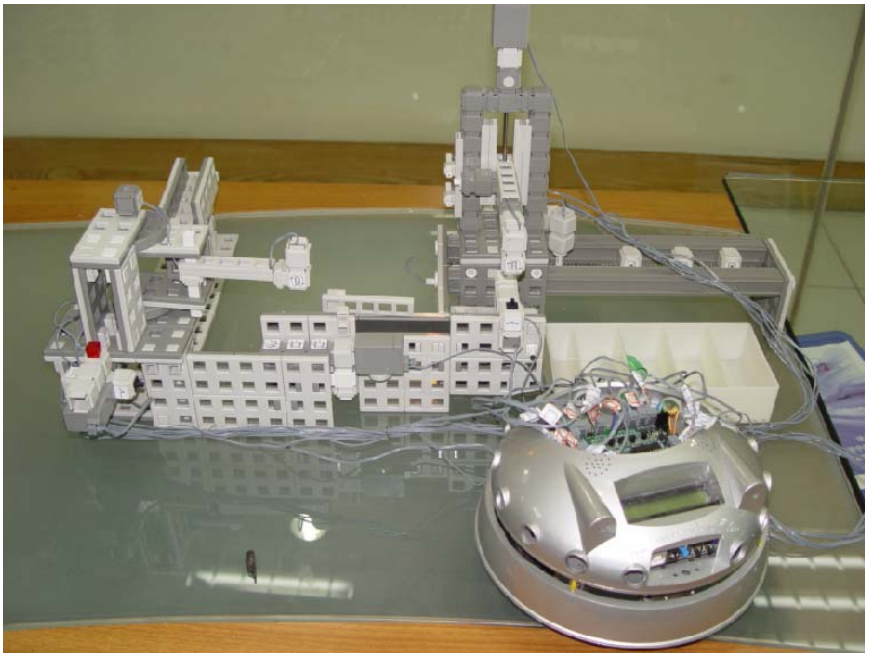
多功能扩展卡又称为 AS_LASY 控制卡，专门为控制 AS-EI 创新套件而开发，通过多功能扩展卡能非常方便对各种模型进行控制。下面是采用 AS-EI 工程创新套件搭建出来的电梯、数控加工中心、分拣仓库的模型。控制程序采用 VJC1.5 开发版进行编写，通过多功能扩展卡实现控制。



电梯



数控加工中心



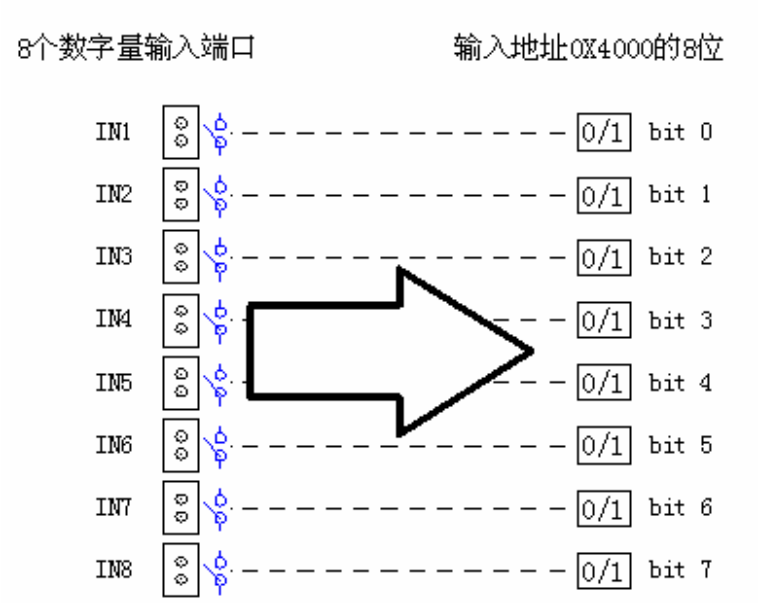
分拣仓库

关于 AS-EI 知识可查阅上海广茂达公司网站。

15．4 学一点硬件知识

15．4．1 数字输入端口

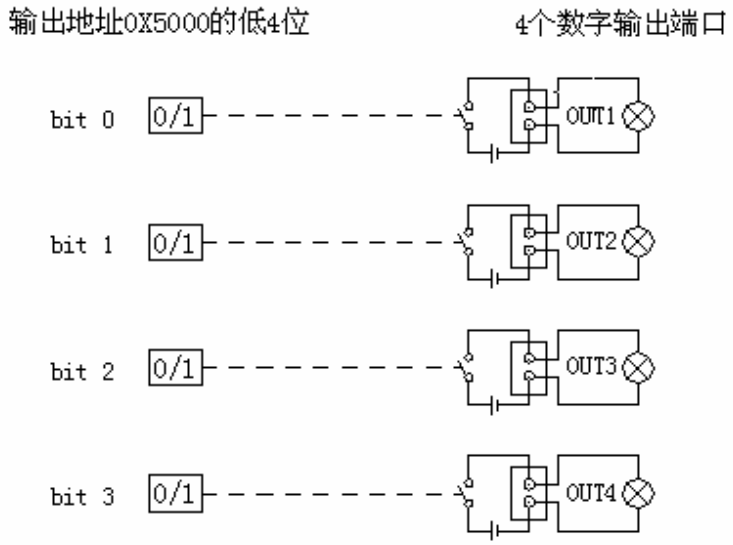
多功能扩展卡共有 8 个数字量输入，即 IN1~IN8，每一个端口独立控制输入地址 0x4000 的 8 位中的一位。当连接在 IN1~IN8 两端开关动作时，IN1~IN8 两端电压发生变化，从而完成对 bit0~bit7 的相应位进行置 0 或置 1。



碰撞开关、行程开关、接近开关等其工作原理和按钮相似，都属于机械式开关，故可以接在 IN1~IN8 上。磁敏开关、光敏电阻等，平常阻值在几十甚至几百千欧，在遇到外界控制讯号时（如磁敏开关遇到磁棒，光敏电阻遇到强光等）导通时电阻都在几百欧姆甚至几个欧姆以下，所以可以等效地看作按钮开关，也可以接在数字输入口。

15．4．2 数字输出端口

数字输出口的控制字为输出地址 0x5000 的低 4 位，它作为电子开关来控制相应负载的通断。bit0~bit3 分别控制 4 个电子开关，4 个电子开关分别控制 OUT1~OUT4。对某一位进行置 1 时，相应的电子开关打开，相应的负载就通电。同理，置 0 时，开关断开，负载断电。

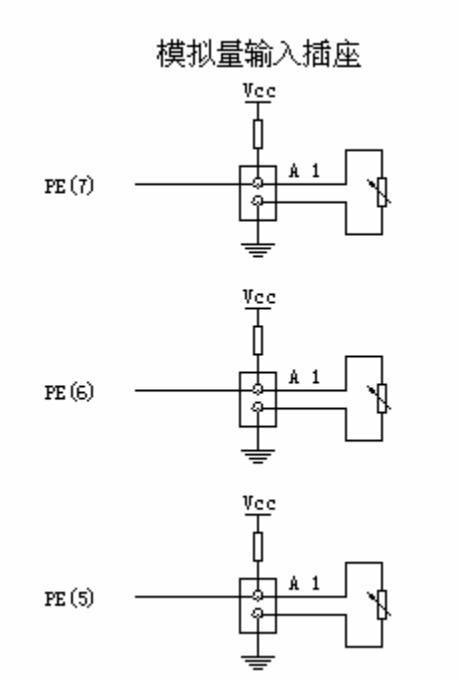


电机也可以接在数字输出端口上，但不能象电机输出端口那样控制电机的正反转，即 OUT1~OUT4 只能单向输出。

15．4．3 模拟输入端口

AS-EI 工程创新套件中的光敏传感器、湿敏传感器、温度传感器、角度传感器等采集到的均是模拟信号。在外界因素的作用下（如光线对光敏传感器的作用，湿度对湿敏传感器的作用，温度对热敏电阻的作用等），传感器阻值会发生变化。模拟输入口的作用是将传感器阻值的变化转化为电压的变化，并输入到能力风暴主板的模拟输入端口。

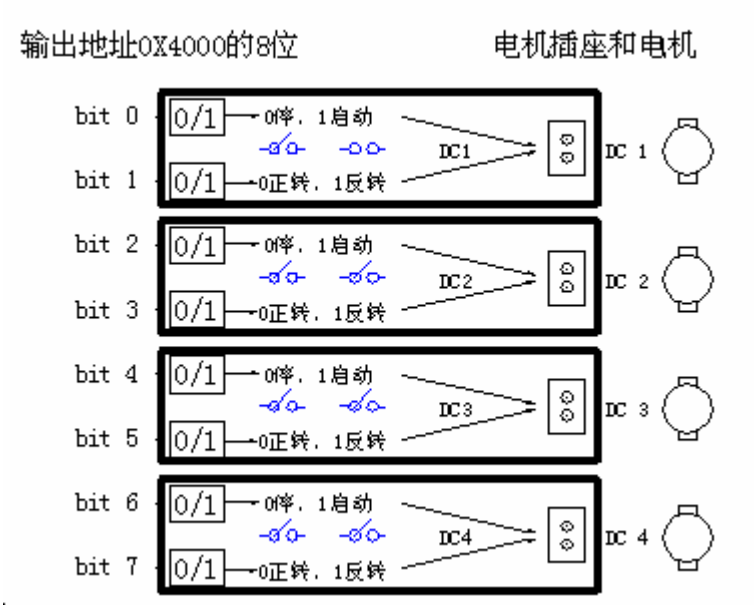
如下图所示，对于每路模拟输入，10k 的电阻和接在其端口上的传感器构成一个分压电路，分压后的电压可以反映传感器的状态。



15．4．4 电机控制输出口

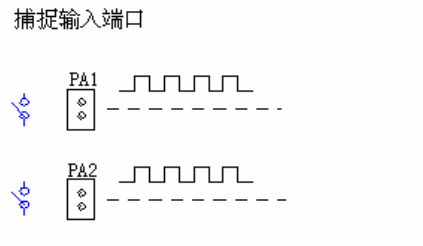
电机输出口的实质是利用输出地址 0X4000 输出的 8 位数字作为电子开关来控制 4 个电机启动、停止和正反转。

如下图所示，0x4000 的 bit0 和 bit1 控制 DC1，其中，bit0 控制电机的启动和停止（1 表示启动电机，0 表示停止电机。），bit1 控制电机启动后的正反转（0 表示电机启动后正转，1 表示电机启动后反转。如果此时 bit0 为零，电机停止）。DC2、DC3、DC4 的控制方法和 DC1 相似。



15．4．5 输入捕捉口

PA1、PA2 是相互独立的两个输入捕捉口，通过 PA1 和 PA2 可统计输入捕捉口的脉冲的个数。



15．5 技术参数

以下参数与电池电压有关，所给出的参数为最大值

电机输出口输出电压	12V
电机输出口驱动电流	±1A
数字量输出口工作电压	12V
数字量输出口驱动电流	1A

15．6 你问我答

多功能扩展卡端口地址为多少？	多功能扩展卡占用了 ASBUS 总线上的 PE5、PE6、PE7 和 IS1、OS0、OS1 三路地址通道，即： IS0:0x4000，8 路数字输入通道 OS0:0x4000，4 路电机控制信号 OS1:0x5000，4 路数字输出通道 PE5、PE6、PE7：3 路模拟通道
多功能扩展卡能和其它扩展卡一起使用吗？	只要其它扩展卡读取数据的地址与多功能卡的地址不冲突，都可以与多功能扩展卡配合一起使用。
多功能扩展卡和其它扩展卡地址冲突了怎么办？	如果冲突地址为 IS0、OS0 或 OS1，首先看其它扩展卡有没有地址跳线，如有可以通过地址跳线修改其它扩展卡地址，如没有可以改变多功能扩展卡地址，具体方法可参见附录关于扩展卡地址改变方法。如果其它扩展卡占用 PE5、PE6、PE7，即调用 analogport(5)、analogport(6)或 analogport(7)，则不能使用相应的多功能扩展卡模拟口。
多功能扩展卡安装好后其它扩展卡怎么安装？	由于多功能扩展卡电路板上 ASBUS 总线旁提供有两排扩展排孔，其它扩展卡可直接叠加在上面。
多功能扩展卡上 PA1、PA2 有何用处？	PA1、PA2 为两路输入捕捉口。 VJC1.5 开发版暂时没对其功能进行封装。
我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十六 伺服电机驱动卡

16．1 用途

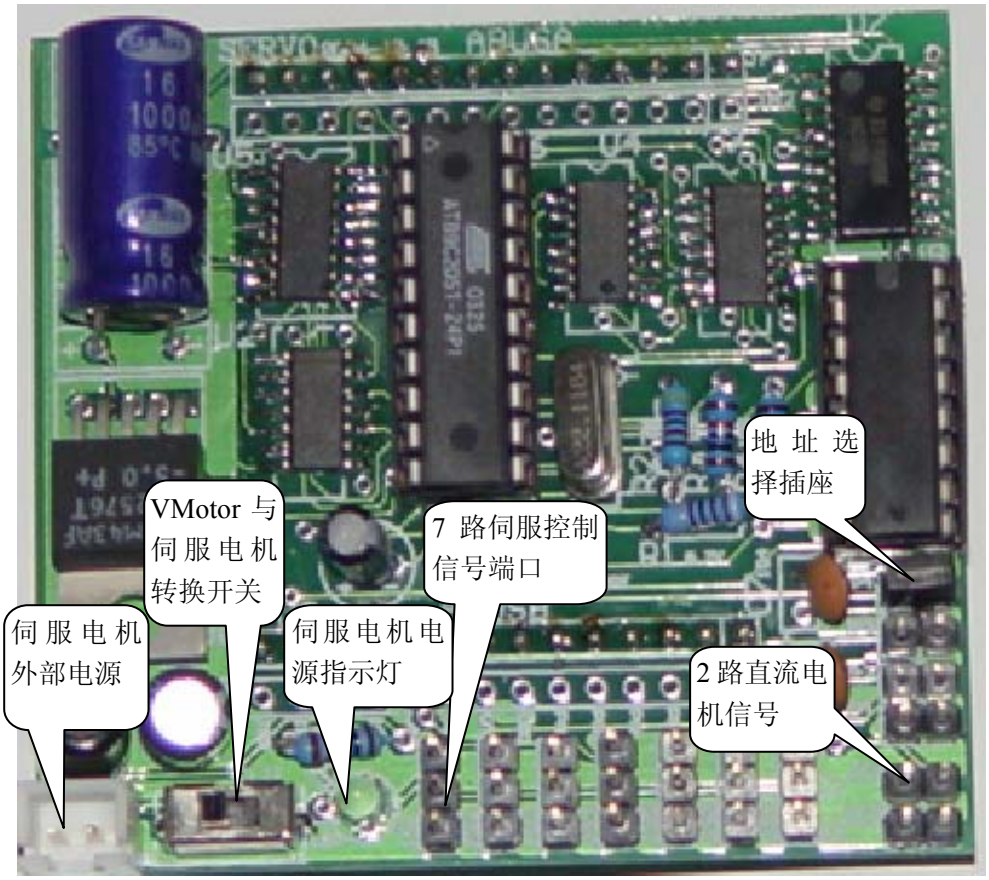
伺服电机驱动卡是“能力风暴”机器人系列扩展卡之一，与能力风暴机器人主板配合，可以控制 7 路伺服电机和 2 路直流电机。伺服电机驱动卡能用于智能机器人擂台赛、创新比赛、排雷等比赛，还能用于控制多自由度手臂或蚂蚁机器人等。

16．2 认识一下伺服电机驱动卡

打开伺服电机驱动卡包装盒，里面有如下元件，请对照装箱清单检查物品是否齐全。

名称	数量
伺服驱动卡	1
使用手册说明	1
产品合格证	1

伺服电机驱动卡提供了 7 路伺服电机控制端口和 2 路方向及速度可调直流电机控制端口。

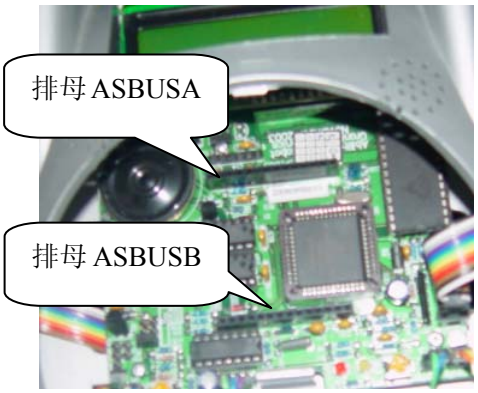


16．3 使用方法

16．3．1 伺服电机驱动卡的安装

伺服电机驱动卡卡背面有两排插针，在电路板正面分别标有 ASBUSA 和 ASBUSB。

靠近广茂达标志的排线为 ASBUSA。

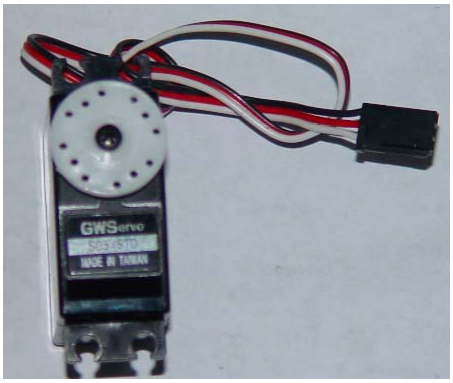


将 ASBUSA、ASBUSB 排针对准能力风暴机器人主板上的 ASBUS 总线排母 ASBUSA 和 ASBUSB 插好。注意排针与主板上的排母不要错位，方向不能插反，否则会损坏扩展卡。

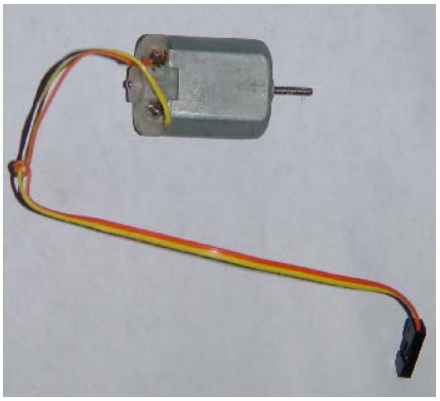
这是安装好伺服电机驱动卡后的机器人图片。

16．3．2 准备伺服电机驱动卡测试部件

为了测试伺服电机驱动卡有没有问题，我们需要下列部件。



伺服电机。我们使用台湾GWS(广营电子)生产的 S15 CLMG进行测试。



直流电机，可以使用广茂达灭火风扇电机。

16．3．3 检测伺服电机通道

在测试前首先要设置伺服电机驱动卡地址。伺服电机驱动卡地址通过地址跳线 JP1-JP4 来设置，分别对应 ASBUS 总线上 OS0-OS3,地址为 0x4000-0x7000，测试时我们将跳线插在 JP4 上，即表明此时伺服电机驱动卡地址为 0x7000。

将伺服电机驱动卡安装在机器人主板上，然后将准备好的伺服电机三芯插头插在伺服电机插座 JS1

在将伺服电机插在伺服电机驱动卡上时要注意方向，插座上标 S、V、G，表明那一排插头对应的排针分别为信号控制线、电源和地。

插座 JS1-JS7 分别对应着伺服电机 0-6。

伺服电机电压可采用外部电源（6-9V）或能力风暴 ASBUS 总线上的 VMotor，在测试时我们使用 VMotor。

采用外部电源或 VMotor 可通过开关切换，当开关打向电源指示灯时伺服电机采用外接电源驱动，反之采用 VMotor。伺服电机处于供电状态时，驱动卡上伺服电源指示灯会点亮。

将下面的程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 SM_test1.jc。

```
float ftime = 0.005;

void main()
{
```

```
    int index= 0；
    printf("Begin\n");
    wait(0.3);
    InitCard();

    /*TEST SERVO*/

    while(1)
    {
        SetServo(index,1,60.0);
        wait(2.0);
        SetServo(index,2,60.0);
        wait(2.0);
        beep();
    }
    printf("End\n");
    wait(0.3);
}

void SetServo(int index,int status,float G)
{
    poke(0x7000,31);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,index);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,status);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,((int)(2.0*G))/16);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,((int)(2.0*G))&0xF);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,30);
    wait(ftime);
}
void InitCard()
{
    poke(0x7000,31);
```

```
        wait(ftime);
        poke(0x7000,0);
        wait(ftime);
        poke(0x7000,0);
        wait(ftime);
        poke(0x7000,0);
        wait(ftime);
        poke(0x7000,0);
        wait(ftime);
        poke(0x7000,28);
        wait(ftime);
    }
```

函数 SetServo(int index,int status,float Angle)中，index 为伺服电机序号，伺服电机序号基于 0，0-6 号伺服电机对应的 index 分别为 0-6；status 为伺服电机的状态，1 表明正转，2 表明反转，0 和 3 表明禁止伺服电机；Angle 为伺服电机角度，角度范围为 0-90，但为了不损害伺服电机，控制角度最好不要大于 80 度，伺服电机控制角度精度为 0.5 度。函数中 poke(0x7000,30)通知伺服电机驱动卡能力风暴机器人开始要往卡里写入数据，poke(0x7000,30)表明写入的数据用于控制伺服电机。

运行程序，伺服电机转轴将不停在+60 度—60 度之间旋转。

用同样方法检测其它几路伺服电机通道。只需修改伺服电机序号 index 值即可。

16．3．4 检测直流电机通道

接下来检测直流电机通道。

伺服电机驱动卡提供 2 路方向速度可调的直流电机控制信号，即 JE1、JE2，我们首先测试直流电机通道 1。驱动卡地址仍然设置为 0x7000。

将伺服电机驱动卡安装在机器人主板上，然后将准备好的直流电机二芯插头插在直流电机插座 JE1 上。

注意 JE1 与 JE2 排在一起，容易插错，要注意插座方向，如插错，电机将运转不正常。

将下面的程序下载到能力风暴机器人中，然后运行程序。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 SM_test2.jc。

```
float ftime = 0.005;

void main()
{
    int index= 0;
    printf("Begin\n");
    wait(0.3);
    InitCard();

    /*TEST MOTOR*/

    while(1)
    {
        SetMotor(index,1,20);
        wait(2.0);
        SetMotor(index,2,20);
        wait(2.0);
        SetMotor(index,0,0);
        wait(2.0);
    }
    printf("End\n");
    wait(0.3);
}
```

```
void SetMotor(int index,int status,int V)
{
    poke(0x7000,31);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,index);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,status);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,V/16);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,V&0xF);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,29);
    wait(ftime);

}

void InitCard()
{
    poke(0x7000,31);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,0);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,0);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,0);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,0);
    wait(ftime);
    poke(0x7000,28);
    wait(ftime);
}
```

函数 SetMotor (int index,int status,int V)中，index 为直流电机序号，伺服电机序号基于 0，0-1 号直流电机对应的 index 分别为 0-1；status 为直流电机的状态，1 表明正转，2 表明反转，0 和 3 表明停止。V 为电机速度，电机速度范围为 0-90，为 90 时所直流电机对应的输入电压为 5V。函数中

poke(0x7000,30)通知伺服电机驱动卡能力风暴机器人开始要往卡里写入数据，poke(0x7000,29)表明写入的数据用于控制直流电机；poke(0x7000,28)表示所有电机禁用。

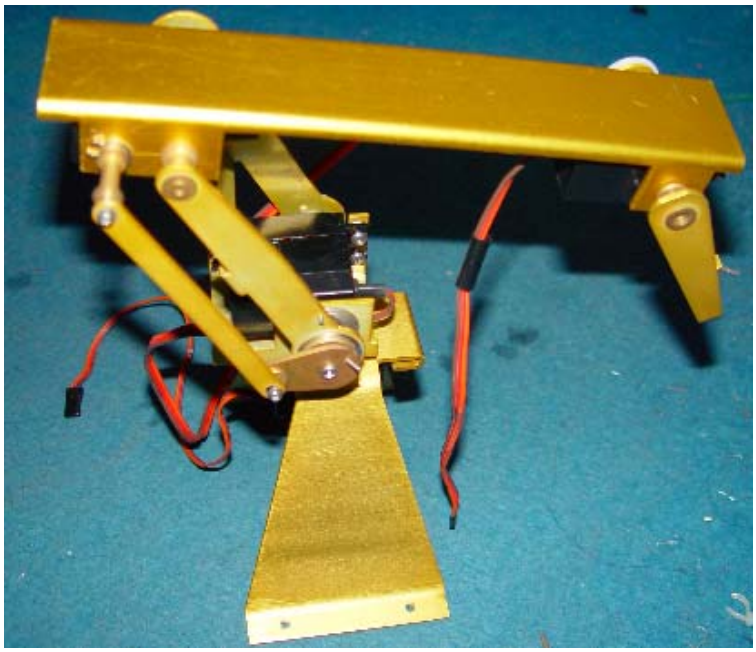
运行程序，直流电机首先正转，接着反转，然后停下，不停重复这一动作。

用同样方法检测另一路直流电机通道。

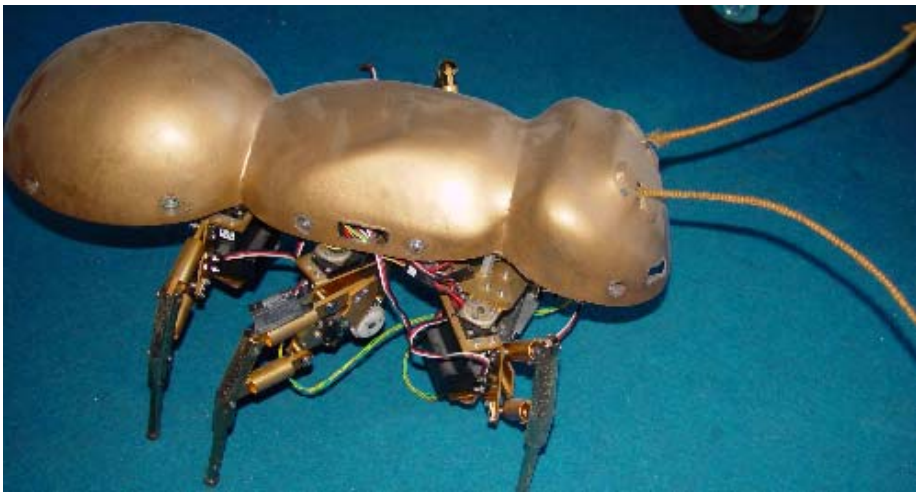
16．3．5 用伺服电机驱动卡控制手臂或昆虫机器人

伺服电机驱动卡提供了 7 路伺服电机控制信号，能同时驱动 7 路伺服电机，通过多路伺服电机驱动卡的叠加，可控制多达 28 路伺服电机，特别适合于需要控制多路伺服电机的场合，如多自由度手臂、昆虫机器人等。多自由度手臂和昆虫机器人都是机器人领域比较经典的研究方向，需要具备机械、电子、控制、软件等多学科知识。

多自由度手臂轨迹规划和昆虫行为建模的课题极具挑战性与趣味性，下面图示为广茂达公司研发的 5 自由度手臂和 12 自由度昆虫机器人。



5 自由度机器人手臂



昆虫机器人

16．4 技术参数

伺服电机外部工作电压	6-9V
伺服电机驱动端口数	7 路
伺服电机有效控制角度	±80°
伺服电机定位精度	0.5°
直流电机驱动端口	2 路

16．5 你问我答

伺服电机驱动卡端口地址为多少？

伺服电机驱动卡地址可通过卡上地址跳线JP1-JP4 进行选择，JP1-JP4 对应 ASBUS 总线上OS0-OS3,跳线对应地址分别为

JP1:0x4000
JP2:0x5000
JP3:0x6000
JP4:0x7000

伺服电机驱动卡能和其它扩展卡一起使用吗？

只要其它扩展卡没有占用伺服电机驱动卡占用的写入通道，都可以与伺服电机驱动卡配合一起使用。

伺服电机驱动卡和其它扩展卡地址冲突了怎么办？

通过地址跳线改变伺服电机驱动卡或与之冲突的扩展卡地址。

伺服电机驱动卡安装好后其它扩展卡怎么安装？

由于伺服电机驱动卡电路板上 ASBUS 总线旁提供有两排扩展排母，其它扩展卡可直接叠加在上面。

测试程序中为什么调用 poke(0x7000,31);
poke(0x7000,30);
poke(0x7000,29);
poke(0x7000,28);

伺服电机驱动卡使用通讯协议与 JC 通讯，31 表明数据开始传递，30、29、28 表明数据传递结束，30 表明所传递数据用于控制伺服电机，29 表明所传递数据用于控制直流电机，28 表明要初始化所有电机，所有电机处于禁用状态。

我的伺服电机不是GWS(广营电子)怎么办

GWS 系列伺服电机工作原理参见“能力风暴扩展卡使用手册”附录，如果你使用的伺服电机工作原理相同，可直接驱动，如控制脉冲不完全一样，可先对控制角进行一定变换。

我还有其它问题	可向上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站。 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十七　AS-MII 主板

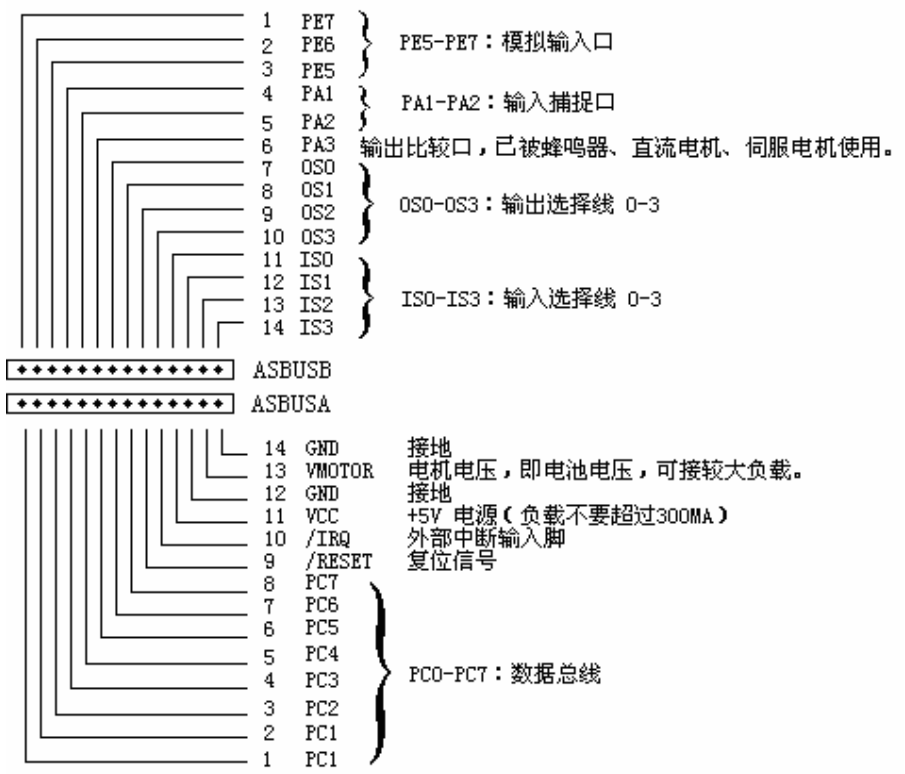
17．1 主板概述

AS-MII 主板是能力风暴 AS-MII 机器人大脑，由很多电子元器件组成，一起完成运算、存储与控制功能。关于主板硬件介绍，能力风暴机器人使用手册已经进行详细介绍，这里不在详述。

17．2 主板常见问题解答

17．2．1 ASBUS 总线

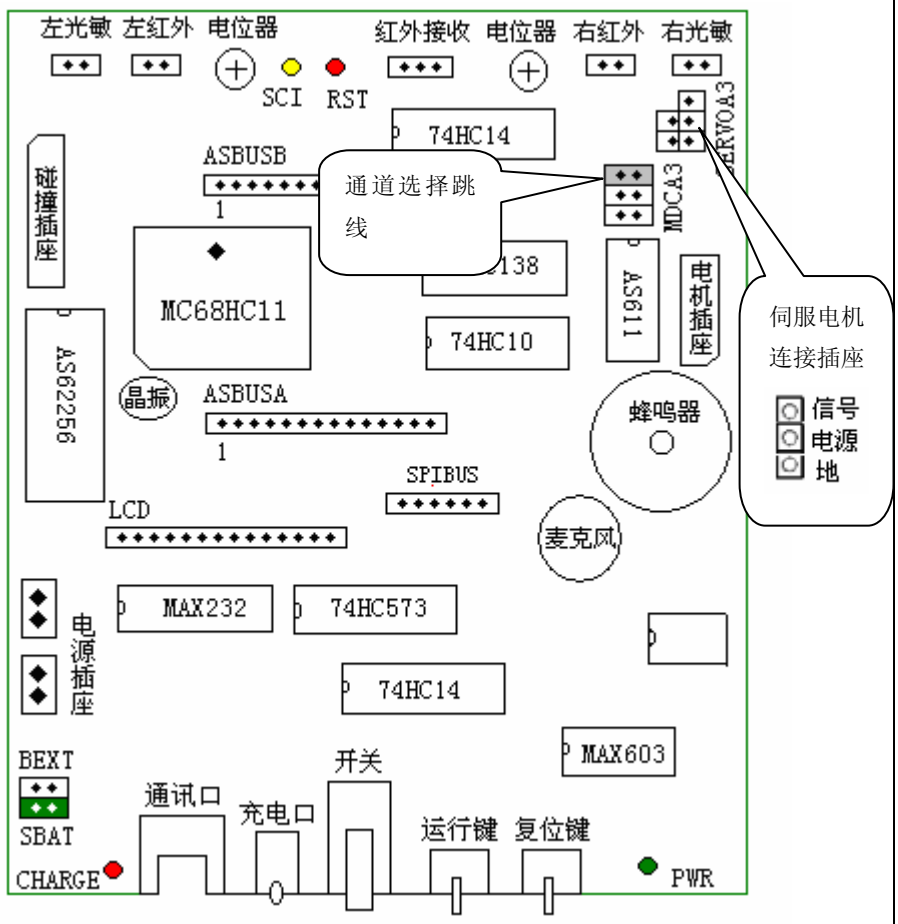
能力风暴 ASBUS 总线类似于批 PC 机主板上的 ISA 和 PCI 总线，用户可根据总线定义自己开发扩展卡，以便扩展机器人主板功能。只要扩展卡地址不冲突，多个扩展卡可采用叠加方式使用。



17．2．2 驱动伺服电机

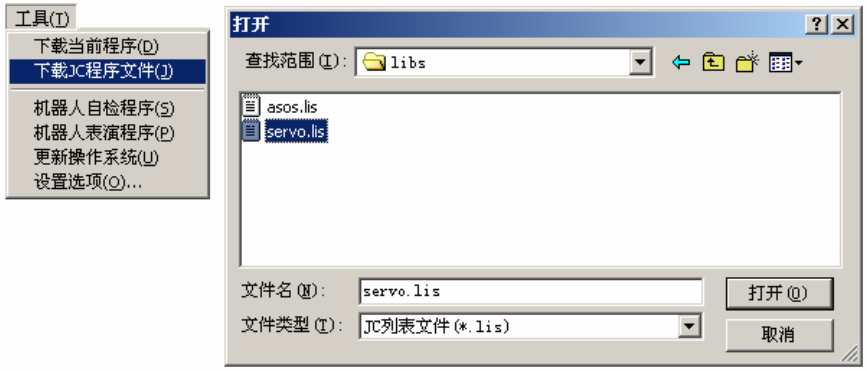
能力风暴主板提供有一路伺服电机驱动通道，可通过如下方法对伺服电机进行驱动。

计算机主板上的扩展电机、蜂鸣器、伺服电机公用一个通道，通过通道选择跳线进行选择。



将通道选择跳线放到最上边位置（标有 SERVO 标记），将伺服电机插到伺服电机插座上，注意方向不要插反

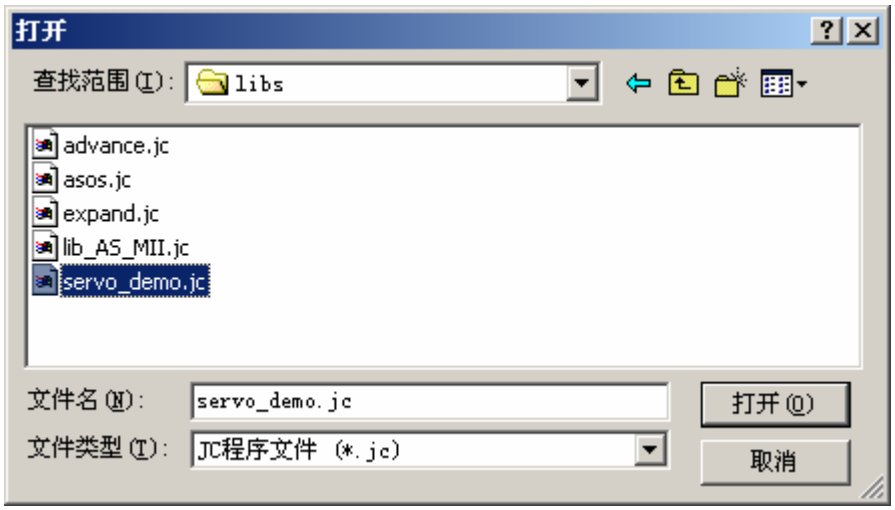
用下载线将能力风暴机器人与 PC 机连好，下载伺服电机驱动（如图）。



下载伺服电机测试程序 servo_demo.jc。

```
void set_servo(int degree)
{
   if(degree>180 || degree<0) return;
   servo_a3_pulse=degree*20+1200;
}

void main()
{
        set_servo(90);
        servo_a3_init(1);
        while(1)
        {
              set_servo(20); printf("Servo degree is 20\n");
              wait(3.0);
              set_servo(120);printf("Servo degree is 120\n");
              wait(3.0);
        }
}
```

测试程序可在如下图所示安装目录路径中找到，也可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册”目录下 servo_demo.jc。



运行程序，观察伺服电机的动作，即可发现伺服电机首先运行到 20 度角度，3 秒钟后再转到 120 度，不断循环往复，正如编写的程序期望的效果一样。

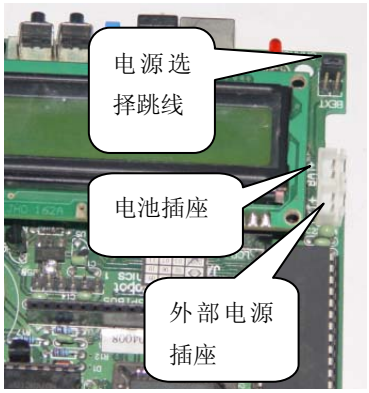
仔细分析测试程序即可熟悉主板控制伺服电机的方法。

注意，由于扩展电机、蜂鸣器、伺服电机公用一个通道，因此此时不能使用扩展电机与蜂鸣器。

17．2．3 给电机单独供电

在比赛中，能力风暴机器人有时需要两组电源供电，一组用来给主板供电，一组专门用来给马达提供动力，这样机器人工作时间长，而且马达的启停不会影响主板工作，提高系统稳定性。

能力风暴主板提供有专门跳线用于双电源供电。



电源选择跳线有两排插座，一排标记为 SBAT，另一排标记为 BEXT。SBAT 表示采用本机自带电池给马达供电，BEXT 表示采用外接电池给马达供电。

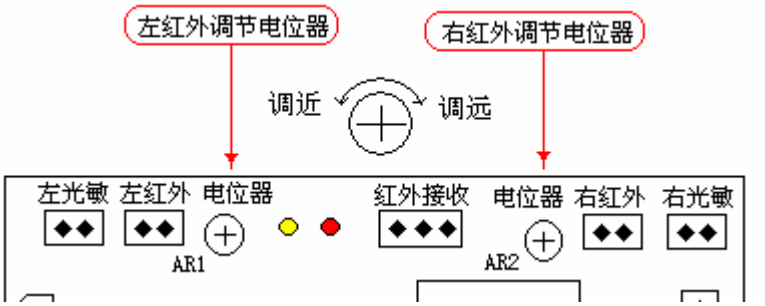
将跳线插到 BEXT 插座上，然后将本机电池插到电池插座（标记有 BAT）上，外接电源插头插到外部电源插座(标记有 EXT)，注意外部电源方向与电压，不要超过马达额定工作电压。此时 ASBUS 总线上的 Vmotor 也是通过外接电源供电。

通过上面操作可以通过双电源给机器人供电。

17．2．4 调节红外探头灵敏度

在灭火比赛、足球比赛或其它机器人比赛中，机器人自带的红外测障探测器起着很重要作用，有时要求灵敏度很高，在很远地方就可检测到障碍物，有时受场地限制或其它原因适当降低其灵敏度，否则机器人会发现前面一直有障碍物。

红外测障探测器灵敏度可通过图示两个电位器来调节。



通过图示左右调节器即可将红外灵敏度调节到所需大小，红外发射增强则检测距离远，反之，红外发射减弱则检测距离近。

17．2．5 运行键的使用

能力风暴 AS-MII、AS-UII 机器人运行键除了可以启动运行程序，还可以作为简单的用户输入检测通道，这是因为机器人库函数中提供了函数**int runbutton()**用来检测运行键状态。如果调用 **runbutton()**时运行键没按下，函数返回 0，否则返回 1。

根据 **runbutton()**函数功能，能编写可根据用户选择情况执行相应功能的程序。下面程序演示了 **runbutton()**函数用法，测试程序可在配套光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\”目录下 asmii_test1.jc。

```
void main()
{
    int iSel = 1;
    int iRun = 0;
    wait(1.0);
    while(1)
    {
        while(1)
        {
            printf("Select: %d\n",iSel);
            wait(1.5);
            iRun = runbutton();
            if(iRun)
                break;
            iSel++;
            if(iSel > 3)
                iSel = 1;

        }
        if(iSel == 1)
        {
            SayHello();
        }
        else if(iSel == 2)
        {
            Sing();
        }
```

```
            else
                DriveMotor();
            wait(1.0);
        }

}
void SayHello()
{
    beep();
    printf("hello!\n");

}
void Sing()
{
    tone(523.200012,0.250000);
    tone(587.299988,0.250000);
    tone(659.200012,0.250000);

}
void DriveMotor()
{
    drive( 0 , 80 );
}
```

VJC1.5 开发版提供的自检程序 selftest.jc 和表演程序 perform.jc 也利用了 **runbutton()**函数功能这两个程序可在 VJC1.5 安装目录下找到。

17．2．6 编写自己的库函数

编写库函数有两种方法：

a．直接在库函数中增加自己编写的函数，以能力风暴 AS-MII 为例，在库文件 lib_AS_MII.jc 中添加函数

```
void SayHello()
{
    beep();
    printf(“Hello,World!\n”);
```

```
}
保存库文件，将下面测试程序下载到机器人中，。
void main()
{
    SayHello();
}
```

运行程序，机器人叫一声，然后显示“Hello,World!”。

b．把自己封装的函数全部放到一个或多个 jc 程序中，然后将 jc 程序文件名添加到相应的系统 lis 文件 asos.lis 中。注意 jc 文件应放在 asos.lis 相同目录下。这样封装的函数可以在应用程序中直接调用。

能力风暴机器人存储空间有限，建议尽量减少不必要的库函数。

17．2．7 同时下载多个 JC 文件

在编写程序时，如果程序代码较长，为了使得代码清晰，便于阅读，可将程序分成多个文件，同时下载到机器人微处理器中，下面给出了具体实现方法。

在 VJC1.5 开发版 JC 编程模式下新建一个文件，比如 JC1.jc，在 JC1.jc 中输入下面代码：

```
void SayHello()
{
    printf("Hello,World!\n");
    return;
}
```

保存代码，重新新建一个文件，比如 JC2.jc，在 JC2.jc 中输入下面代码：

```
void Sound()
{
    int i = 0;
    for(i = 0;i<3;i++)
        beep();
    return;
}
```

保存 JC2.jc 代码，重新新建一个文件，比如 main.jc，在 main.jc 中输

入下面代码：

```
void main()
{
    SayHello();
    Sound();
    return;
}
```

保存 main.jc 代码，新建一个文件输入下面代码：

jc1.jc

jc2.jc

main.jc

将上述文件保存为 test.lis。

注意，以上所有文件应保存在同一目录下，否则会出现编译错误。

通过 VJC1.5 开发版将 test.lis 下载到机器人中。

运行程序，机器人首先打印出“Hello,World!”，然后叫三声，表明函数 SayHello()和 Sound()被主程序正确调用。

VJC1.5 开发版中表演程序 perform.lis 也是采用了同样方法将多个演示程序同时下载到机器人中的。

十八　无线摄像机

18．1 用途

无线摄像机分为无线摄像头和无线视频接收器两个部分，无线摄像头可以采集彩色视频信号传送到视频接收器，视频接收器可以将接收到的视频信号输出到监视设备上（如：电视、录像机或电脑视频采集卡）上。

将它与能力风暴智能机器人结合在一起，就可以让机器人到各地巡检，获取你想要的视频信息。可用于野外探险机器人、看家的机器狗、保安机器人、监控机器人等项目。另外，你可以选购 AS-Capture（PC 机上使用的 PCI 视频采集卡）或 AS-USBVision（USB 视频采集卡及软件）把视频图像采集至 PC 机上，PC 机上安装或开发相应软件对视频信号进行处理。

18．2 认识一下无线摄像机

打开无线摄像机包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

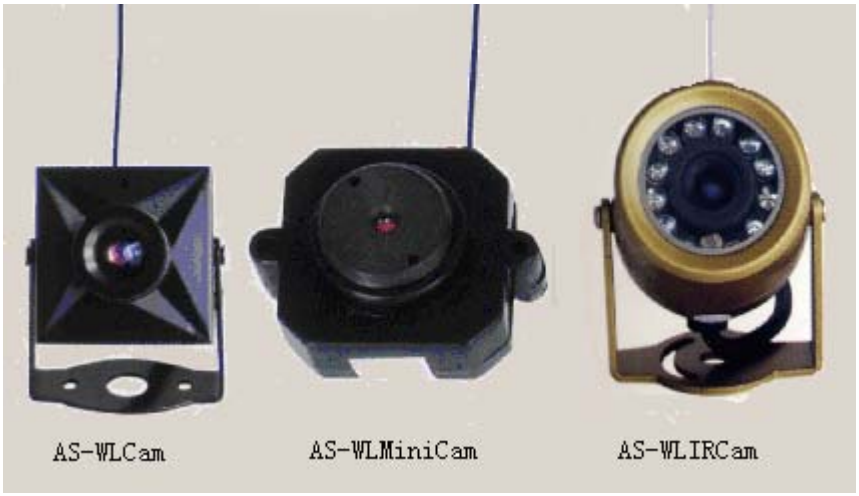
名称	数量
无线摄像头	1
无线视频接收器及接收天线	1
视频连接线	1
电源（直流 12V）	1
电源（直流 8V）	1
电池座	1
使用手册说明	1
产品合格证	1

注意：无线摄像头有多种型号：不同型号之间差别如下图所示：

	AS-WLCam	AS-WLMiniCam	AS-WLIRCam
体积	27×27×12	20×20×20	50×45×45
水平清晰度	380	380	380
工作频率	1.2G	1.2G	1.2G
夜视功能	否	否	是
发送信号	图像、声音	图像、声音	图像、声音
空旷传输距离	100-150m	30-50m	100-150m

无线摄像头

无线摄像头可通过随机提供的 8V 直流电源供电，也可通过 9V 电池供电，通过适当改造后也可由能力风暴机器人主板提供电源。



无线视频接收器及天线

无线视频接收器可以将接收到的视频信号输出到电视、录像机或电脑上。

电源

随机提供 8V 直流电源和 12V 直流电源。8V 直流电源用于给摄像头提供电源。12V 直流电源用于给无线视频接收器供电。

电池扣

9V 电池通过电池扣给无线摄像头供电，用于摄像头不停移动的工作场合。

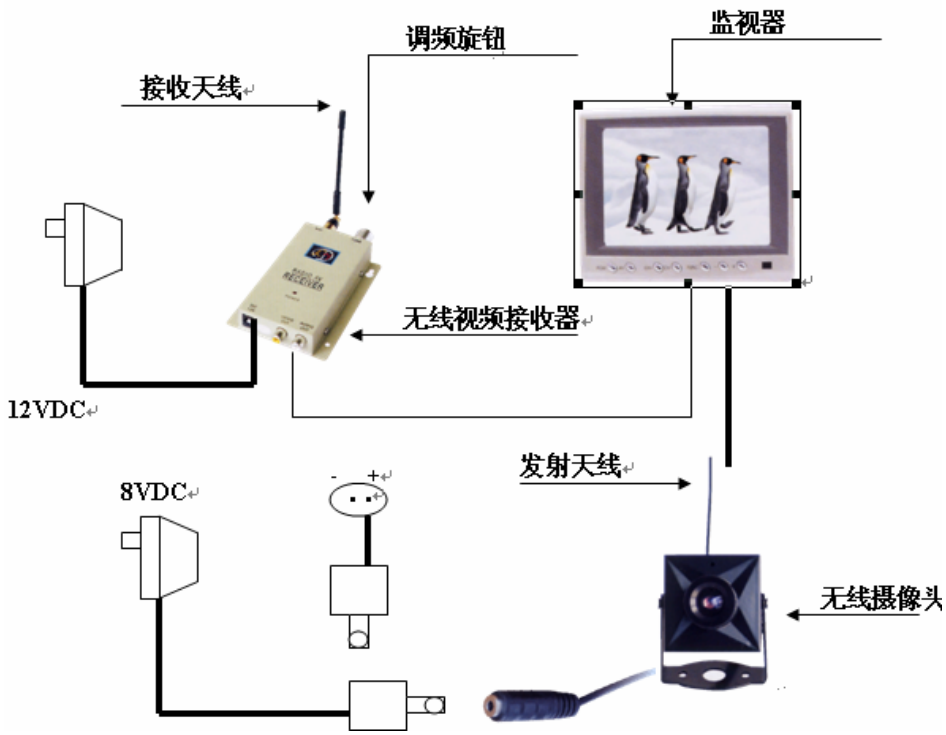
9V 电池由用户自备。

声音视频连接线

18．3 使用方法

1. 将天线安装到无线接收器上，通过视频连接线将无线视频接收器连接到监视器或视频采集卡声音图像相应的信号输入端，将接收器天线转动到适当位置。
2. 将 12V 电源插到无线视频接收器电源输入端。
3. 将 8V 电源插到无线摄像头电源插头上。如摄像头安装在移动的设备上，如能力风暴智能机器人上，可通过电池扣接入 9V 电池，或通过改造由能力风暴智能机器人电池供电。
4. 调整监视器频率，直到接收效果最佳。
5. 调整无线摄像头镜头焦距直到监视器图像最清晰。

注意：8V 与 12V 电源不得互换使用。



18．4 无线摄像机应用

下面程序演示了无线摄像系统在野外探险机器人项目上的应用。将无线摄像头固定在能力风暴智能机器人上，无线摄像头用 9V 电池通过电池扣供电。按上述使用方法调试好监视器上图像，将下面程序下载到机器人中，运行程序，机器人开始在场地漫游，机器人上无线摄像机将拍摄的图像通过无线摄像系统传输到监视器上。这段代码也可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 camera_test.jc。

```
void main()
{
    int ir;
    while(1)
    {
        ir=ir_detector();
        if(ir==0b11)
```

```
        {
            drive(-30,0);
            tone(1000.0,0.5);
        }
        else if(ir==0b10)
        {
            drive(0,-40);
            tone(2000.0,0.5);
        }
        else if(ir==0b01)
        {
            drive(0,40);
            tone(2500.0,0.5);
        }
        else
        {
            drive(50,0);
        }
    }
    return;

}
```

18．5 问题解答

问题	解答
在 PC 机、电视机上看不到图像	1．无线摄像头镜头盖是否打开； 2．系统接线是否有误； 2．连接是否牢靠； 3．电源是否正常供电，如用电池，检查电池是否充足。
图像质量差	1．接收装置与无线摄像头之间是否距离太远或有

	具有屏蔽作用的障碍物，如高楼等； 2．接收装置与摄像头频率是否相同，可通过接收装置调频按钮微调； 3．是否同一场地使用多个无线摄像头。 4．接收装置天线位置是否调节到最佳位置。 5.检查接收装置天线是否通过交流电源线；
图像传输是实时的吗？	是
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

十九　灭火风扇装置

19．1 用途

灭火风扇装置为能力风暴专用灭火装置，在灭火比赛时扇叶旋转可以用来吹灭烛火。

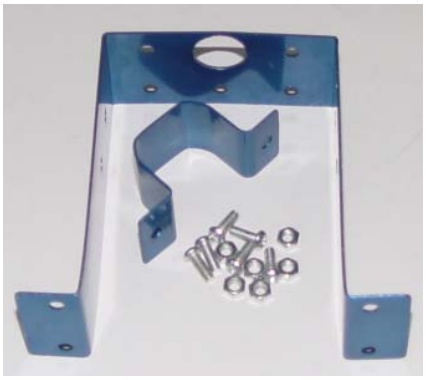
19．2 认识一下灭火风扇

打开灭火风扇包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
灭火风扇叶片	1
直流电机	1
机械固定支架	1
产品合格证	1

灭火风扇电机叶片

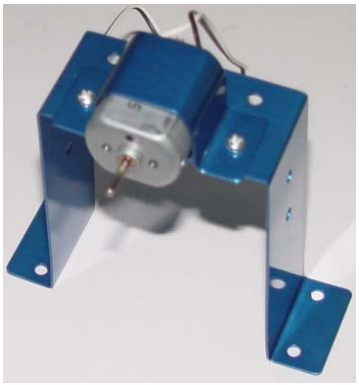
直流电机



固定支架

19．3 使用方法

19．3．1 灭火风扇的安装

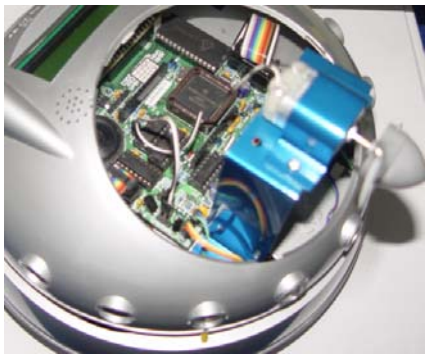


将电机用螺栓固定到支架上。

能力风暴机器人通过主板上的扩展直流电机口来驱动直流电机。将电机插座插到主板插针上（插针旁标有MDCA3）,将蜂鸣器\直流电机\扩展伺服电机跳线插到直流电机位置(中间位置)上，如图示。

使用时应注意直流电机与插针的接插方向。如方向相反，旋转扇叶不会吹灭烛火，但不会烧坏电机，如发现方向相反，只要将插座反向即可。

扩展直流电机控制没有变速功能。



这是安装好后的灭火风扇装置。

19．3．2 灭火风扇装置的调试

能力风暴机器人通过主板上扩展电机接口驱动灭火风扇，将下面程序通过 VJC1.5 开发版下载到机器人中，运行程序（按一下运行键）。

```
void main()
{
    motor( 3 , 100 );
}
```

风扇电机开始旋转，观察一下电机旋转方向，如风的方向相反，可将

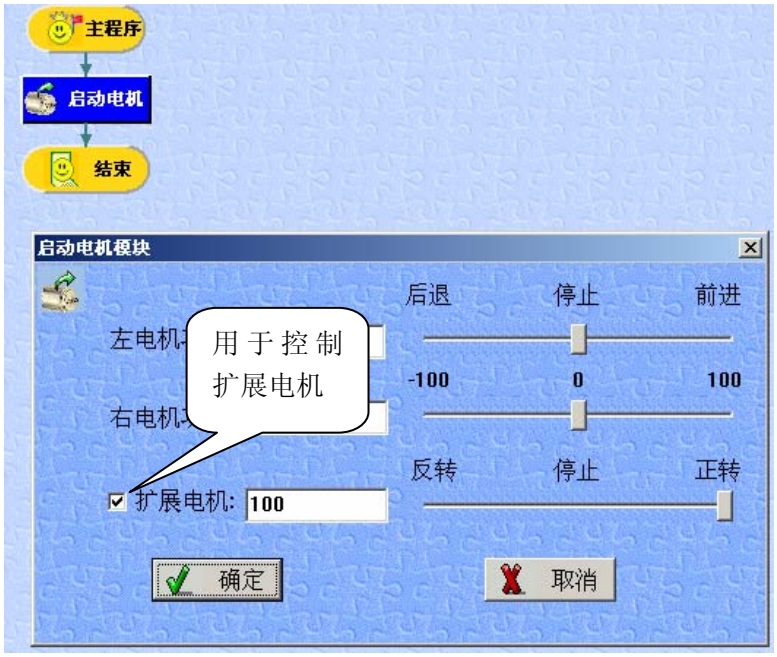
电机插座反向。注意，由于扩展口电压不能改变，因此扩展电机只能以恒定速度运转。

上面给出的测试程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 fan_test1.jc。

19．3．3 用流程图编写灭火风扇测试程序

VJC1.5 开发版提供了针对扩展电机可视化编程的图形模块。下面给出的流程图程序可以在附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 fan_test2.flw。

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>通过“启动电机”模块对扩展电机进行图形化编程。</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">在流程图编程环境中编写下图。设置模块参数。关于模块设置内容参见 VJC1.5 开发版使用手册。</td>
</tr>
</table>




```
void main()
{
      motor( 1 , 0 );
      motor( 2 , 0 );
      motor( 3 , 100 );

}
```

生成的程序代码如图。

运行程序，风扇电机开始运转。

19．4 你问我答

为什么使用扩展电机后蜂鸣器不能发声	正常现象，扩展电机、蜂鸣器以及伺服电机共用微处理器 PA3 口，只能通过跳线选择其中一个输出设备。
为什么电机不运转。	首先检查风扇导线连接是否完好。 其次检查扩展电机、蜂鸣器以及伺服电机通道选择跳线是否选择扩展电机（中间位置的插针）。
有时程序没有调用扩展电机驱动函数，灭火风扇也会旋转	选择跳线错误，同时程序中调用了声音函数。
为什么电机叶片旋转时吸风	将电机插座反一下方向。
电机速度能调节吗	机器人 PA3 口输出恒定电压，如直接将电机连接在主板上，电机速度不能调节，可通过串联小电阻的方法适当进行调节。
我还有其它问题	可与上海广茂达伙伴机器人有限公司技术服务部咨询或访问公司网站 电话：（021）64952827－1000 E_mail:serve@grandar.com 网站：www.grandar.com

二十　灭火比赛套件

20．1 用途

机器人灭火比赛是国际上最大的智能机器人赛事。比赛在一套模拟四室一厅住房内进行，要求参赛的机器人在最短的时间内熄灭放置在任意一个房间中的蜡烛。机器人灭火比赛集机械、电子、传感器、计算机软硬件等众多领域的先进技术于一身，为培养青年学生的创造力、动手能力、团队精神等综合素质提供了一个理想的教育平台。

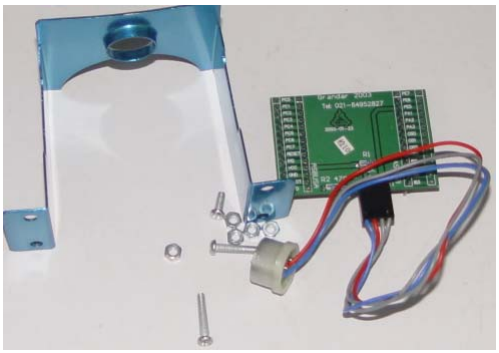
灭火机器人为自律机器人，为了让机器人能够根据场地的不同情况，智能性地完成避障、寻火、灭火等任务，必须为机器人配备相应的传感器和灭火装置，灭火比赛套件为机器人灭火比赛专用套件。

20．2 认识一下灭火比赛套件

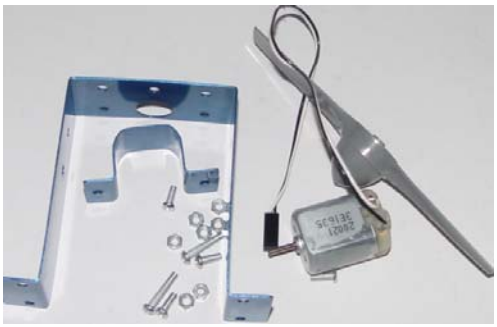
打开灭火比赛套件包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
灭火风扇装置	1
地面灰度检测卡	1
远红外火焰探头	2
塑料圆环	2
产品合格证	1

灭火比赛套件由灭火风扇装置、地面灰度检测卡以及远红外火焰探头组成。



地面灰度检测卡



灭火风扇装置。

远红外火焰探头

20．3 安装步骤

配件手册已经对灭火比赛套件中灭火风扇装置、地面灰度检测卡以及远红外火焰探头安装、测试以及使用方法分别进行了阐述，请参考相关章节。

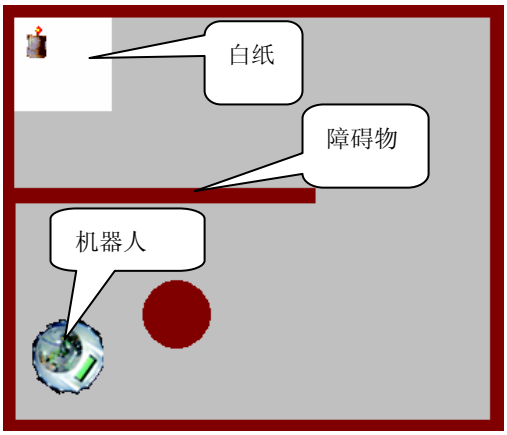
安装时可按照一下步骤进行。

1．安装地面灰度检测卡
2．测试地面灰度检测卡
3．安装远红外火焰探头
4．测试远红外火焰探头
5．安装灭火风扇装置
6．测试灭火风扇

20．4 灭火演示

20．4．1 灭火场地

为了演示灭火比赛套件的使用方法，用户可以自己布置一个灭火场地。



图中所示灭火场地是我们为测试例程所设计的，与实际比赛灭火场地不同，所提供的程序只是用来演示灭火套件用法，不能直接用于实际比赛。

20．4．2 灭火例程

将下面程序拷贝到能力风暴机器人 VJC1.5 开发板 JC 编程环境中，下载到机器人中，将机器人摆放到适当地方，运行程序，观察机器人运行情况，看它能不能灭火，如不能灭火，参照“灭火程序调试”章节仔细分析一下原因。

灭火测试程序可以在配件附带光盘中找到，程序文件为“配件使用手册\测试程序”目录下的 fire_test1.jc。

```
int ir_1=0;                 /*红外变量*/
int photo_1=0;              /*左亮度变量*/
int photo_2=0;              /*右亮度变量*/
int gi_1=0;
int gi_2=0;
```

```
void main()
{
    while(1)
    {
        photo_1 =photo(1);      /*亮度检测*/
        photo_2 =photo(2);
        if((photo_1 <150)||(photo_2 <150))
        {
            SubRoutine_2 ();    /*循光灭火*/
            break;
        }
        else
        {
            SubRoutine_1 ();      /*左手走*/
        }
    }
    stop();
    stop_motor(3);
}

void SubRoutine_1( )                  /*左手走函数*/
{

    ir_1 =ir_detector();      /*红外检测*/
    if(   ir_1 == 1)             /*如果左方有障碍，则右转*/
    {
        drive( 0 , 80);
        wait( 0.200000 );
        stop();
    }

    else if(   ir_1 == 4)      /*如果前方有障碍，则右转*/
    {
       drive( 0 , 80);
        wait( 0.300000 );
        stop();
    }
```

```
    else                        /*否则，划左弧线前进*/
    {
        motor( 1 , 20 );
        motor( 2 , 80 );
        wait( 0.10000 );
    }
    return;
}

void SubRoutine_2( )            /*循光灭火函数*/
{
    while(gi_1 !=1)
    {
        photo_1 =photo(1);     /*亮度检测*/
        photo_2 =photo(2);
        gi_2=analogport(5);    /*地面灰度检测*/
        if(gi_2<180)           /*如果检测到蜡烛前的白线，就高速旋转，并启动扩展
电机灭火*/
        {
            drive(-80,0);
            wait(0.05);
            stop();
            motor( 1 , -80 );
            motor( 2 , 80 );
            motor( 3 , 100 );
            wait( 5.000000 );
            stop();
            stop_motor(3);
            gi_1 = 1 ;
        }
        if(photo_1 < (photo_2+50))/*如果左眼对着火焰，则划左弧线前进*/
        {
            motor( 1 , 20 );
            motor( 2 , 40 );
            wait( 0.050000 );
        }
        else
```

```
        {
            if(photo_2 < (photo_1+50))/*如果右眼对着火焰，则划右弧线前进*/
            {
                motor( 1 ,40 );
                motor( 2 ,20 );
                wait( 0.050000 );
            }
        }
    }
}
```

20．4．3 调试

灭火程序的实际演示效果受很多因素的影响，在所有传感器测试工作正常情况下，如果机器人在运行时灭火效果不理想，可分析以下几个方面因素。

1．远红外火焰探头安装位置。远红外火焰探头探测角度为 60°，因此探头如水平安装，高度与蜡烛火焰高度相当。注意机器人在灭火时，灭火风扇会快速旋转，因此探头位置最好不要离风扇太近，以免被风扇碰坏或挡住前方光线，影响检测结果。

2．亮度检测值的调整。例程中亮度检测值受现场环境影响，要根据实际测量值进行修改。

3．地面灰度值的检测。例程根据蜡烛前方的白纸片灰度值判断是否到蜡烛前，如机器人到白纸处还不灭火，可适当调整灰度检测值。

4．红外探测器的调整。红外探测器是机器人自带的探测器，主要用于机器人检测障碍物。如机器人在寻找光源时常碰到障碍物或离障碍物很远就避开，可通过主板红外调节电阻适当调整红外探测器灵敏度。

5．机器人运行速度。如机器人灭火时常撞灭蜡烛，可适当减小机器人速度。

因为上面提供灭火程序比较简单，注意到以上几点，一般情况下应能灭火。继续调整优化各参数，直到灭火时间最短，效果最好。

灭火比赛程序也可在图形化编程环境中编制，这里不再详述。

20．5 实际灭火比赛策略

机器人灭火比赛是富有挑战性的比赛，为了获得好的效果，需要对机器人机械、电子、软件等多方面进行扩展、改进。

灭火比赛可分解为以下几个方面：

20．5．1 灭火路径的优化

机器人灭火比赛场地一般采用国际灭火比赛标准场地，场地大小、房间位置、蜡烛家具摆放位置都按一定规则。为了尽快找到火源，可采用各种扩展卡增强机器人导航能力，扩展卡可以购买也可自制。以下是常用的一些导航方案。

a．红外避障引导

机器人自带红外探测器，注意灵敏度的调整。

b．采用机器人编码器进行引导

编码器精度不高，注意左右轮补偿。

c．红外测量距离的引导

利用 PSD 测距，简单可靠，但测距范围有限(10cm-80cm)

d．指南针引导

效果好，但价格较贵。

e．混合引导

多种导航方式优缺点互补，在不同情形下采用不同方式，软件较复杂。

20．5．2 火焰定位

火焰定位包括寻找火焰和火焰定位两个部分。

机器人寻找火焰一般采用远红外火焰探头作为探测工具，为了准确、快速地确定火焰位置，可采用多种方式对远红外火焰探头进行改进，以下是常用的一些改装方案。

a．火焰探头的串联和并联

提高探头灵敏度。需要一定的硬件知识。

b．火焰探头的分散和集中

多个火焰探头分布在机器人周围不同地方，可快速定位火焰。要占用较多的数据输入通道，要对扩展卡，甚至是机器人主板进行改造。

要确定火焰位置即火焰定位，首先确定火焰方向，这样发现火焰后可直接朝火焰方向前进，节省灭火时间。

确定火焰方向一般可采用以下方法。

a．差动定位

根据左右两个远红外探头检测值，调整机器人方向，要求比赛前预先调整探头直到检测效果较一致。

b．快速定位

用多个火焰探头分布在机器人周围，可马上得到火焰大致方向，然后在向火焰靠近过程中微调。

c．最小值定位

机器人发现火焰后旋转一周，定下最小值（最亮点），然后通过朝向最小值方向前进，要求采用其它辅助装置记住最小值位置（指南针，光电编码器等），当然也可以实时判断是否到达最小值，这样可减少火焰方向定位时间。

注意，用最小值定位方法确定的最亮方向不一定非常准确，机器人向火焰靠近过程中需不断利用两个远红外探头检测值对前行方向作出微调，这样，机器人才能更加准确地向光源前进。

确定火焰方向后，机器人朝火焰前进，这时要求确定火焰位置。确定火焰位置一般根据远红外火焰探头检测值判断，当然也可以根据比赛现场特征如蜡烛前的白线、机器人与墙壁的距离等定位。

20．5．3 灭火方式

机器人灭火比赛对灭火方方式没有一定之规，但不能使用任何危险的或可能破坏比赛场地的方法或物质来灭火（如通过燃放爆竹产生冲击来使

蜡烛熄灭），也不能通过碰倒蜡烛的方式来灭火。它可以运用类似水、空气、CO_2 等，由于采用风扇的方式简单可靠易行，因此大多数用户都采用灭火这种方案。

采用风扇灭火时，在灭火时机器人可采用旋转法、摆头法、强风场法等动作灭火。风扇旋转时间可采用固定时间法、实时检测火焰法等。

灭火比赛实际效果要受很多现场条件的影响，应根据实际情况，反复调整机器人速度或探测器安装位置、系统参数，优化软件算法，多学习、多思考、多总结，不断创新，才能提高机器人灭火的成功率和灭火速度。

20．6 灭火比赛规则

灭火比赛历届比赛规则都有所改变，最新比赛规则可查询上海广茂达伙伴机器人有限公司网站相关内容，网址 www.grandar.com。

二十一　能力风暴足球

21．1 用途

机器人足球比赛。

21．2 装箱清单

打开能力风暴足球包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
能力风暴足球	1
氙气电珠	2
产品合格证	1

能力风暴足球

机器人足球比赛专用球，主体构架采用透明 PC 材料，内置可充电锂电池及 6 颗氙气电珠。充电器型号规格采用 AS-MII 机器人的专用充电器。

21．3 使用注意事项

使用过程中应注意以下几点：

1 足球使用应轻拿轻放，切勿摔打；
2 拔下足球的电源插头即打开足球的电源开关，插上足球的开关插头即关闭足球电源；
3 勿将开关插头当作提手用来直接拿取足球，以免球体跌落造成损坏；
4 当低压指示灯亮起，说明足球的电池还可持续供电约 2 分钟，随即电池进入低压保护状态，使用时请注意；
5 足球在不使用时电池会有一定的损耗；
6 充电 6 小时充饱；
7 任何时候当足球中有电珠损坏或接触不良时，请立即关闭足球电源，然后打开球体检查电珠是否有松动、损坏，进行更换；
8 如没有必要，勿打开球体。
9 由于温差、水汽影响，在使用中可能会出现球内有水汽现象，这不会影响足球使用性能。

21．4 技术参数

1　外径：Ø90mm ± 1mm;
2　重量：160g ± 2g
3　电池可充电 500 次，单次完成充电后即使用，可达到亮灯时间 30min 以上。
4　电珠为氙气电珠，钢化玻璃，间隙亮灯（连续亮灯时间<1.5h,间隔时间>1h），亮灯总时间大于 300h。
5　抗震动性：足球整机安装完好可承受 30cm 高自由跌落水泥地面一次。

21．5 保修说明

足球整机保修 3 个月，氙气电珠不在保修之内。

二十二　踢球装置

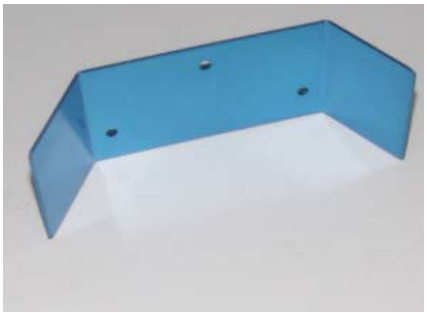
22．1 用途

踢球装置可以用足球机器人比赛中，让机器人用此装置参加足球比赛。适用于 AS-M、AS-MⅡ、AS-U、AS-UⅡ平台。

22．2 装箱清单

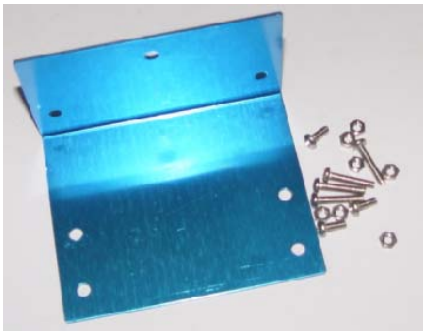
打开踢球装置包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

名称	数量
挡球板	1
固定支架	1
产品合格证	1



挡球板

控制球运动方向。

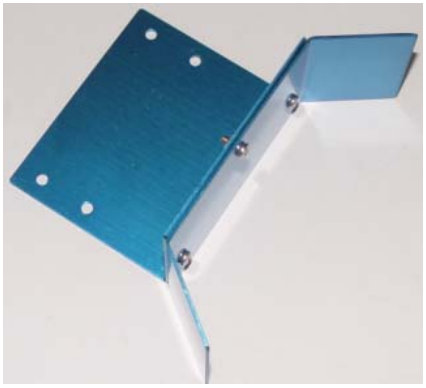


固定支架

将挡球板固定到机器人底盘上

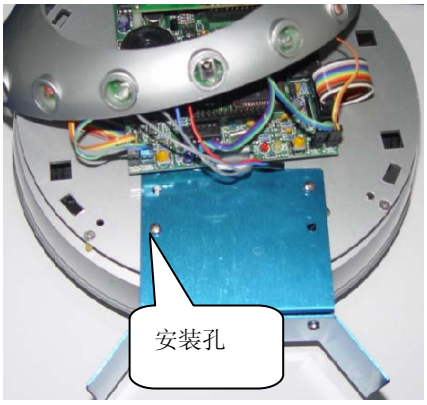
22．3 安装方法

按下面步骤安装踢球装置：



将挡球板用螺栓固定到支架上。

注意，选用螺栓时要用短的螺栓，否则将支架固定到机器人上时长螺栓会碰到机器人碰撞环。螺栓螺母一端朝支架一方。



取下机器人传感器盖，将支架固定到机器人底盘上。

在此我们利用能力分暴机器人底盘上原有的四个安装孔，使其踢球装置离地面大约 30 厘米左右（保证与足球的高度相当）。

将机器人上盖安装好，这是安装好踢球装置后的机器人图片。

二十三　足球比赛套件

23．1 用途

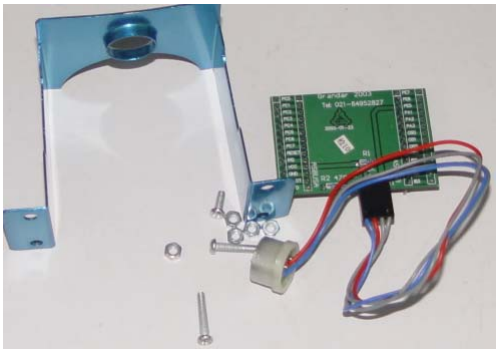
机器人足球比赛对于培养中小学生的科技素养、创新能力和实践能力具有十分重要的作用，随着机器人技术的逐步成熟，将机器人足球活动推广到中小学势在必行。足球比赛套件是能力风暴机器人足球比赛专用装置，用于对能力风暴机器人进行机械、电子改造。

23．2 认识一下足球比赛套件

打开足球比赛套件包装盒，检查包装盒内装箱清单是否齐全。

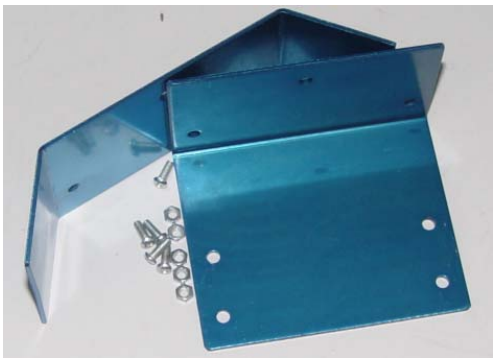
名称	数量
地面灰度检测卡	1
远红外火焰探头	2
踢球装置	1
塑料圆环	2
产品合格证	1

足球比赛套件由地面灰度检测卡、远红外火焰探头以及踢球装置组成。



地面灰度检测卡

远红外火焰探头。



踢球装置

23．3 安装步骤

配件手册已经对踢球比赛套件中地面灰度检测卡、远红外火焰探头以及踢球装置安装、测试以及使用方法分别进行了阐述，请参考相关章节。

安装时可按照一下步骤进行。

1．安装踢球装置

2．安装地面灰度检测卡

3．测试地面灰度检测卡
4．安装远红外火焰探头
5．测试远红外火焰探头

23．4 机器人足球比赛简介

小知识

机器人足球

机器人足球是国际人工智能挑战性的问题。过去 50 年中，人工智能研究的主要问题是“单主体静态可预测环境中的问题求解”，其标准问题是国际象棋人－机对抗赛；未来50年中，人工智能的主要问题是“多主体动态不可预测环境中的问题求解”，其标准问题是足球的机－机对抗赛和人－机对抗赛。

机器人足球作为未来人工智能和机器人学的标准问题，集中体现了自主体（包括人）之间的协调与发展等研究课题，其内容包括自主体设计、多主体系统体系结构、自主体协商与合作、自动推理、规划、机器学习与知识获取、认知建模、系统生态和进化等。

机器人足球比赛提供了一种素质教育和创新教育与前沿研究相结合的生动形式。国外的一些大学已经开设了机器人足球的本科生课程。实践表明，机器人足球课程是素质教育、创新教育与前沿研究相结合的一条可行途径。与传统的以知识传授和技能培养为目标的课程不同，足球机器人及球队的研制具有实践性强、探索性强和综合性强的特点，有利于迅速接触前沿研究，并促使选课同学的创新能力和专业素质得到提高。机器人足球的教育作用并不限于大学,其对于培养中小学生的科技素养、创新能力和实践能力也具有十分重要的作用。

机器人足球赛分小型组、中型组、仿真组等，比赛类型有“一对一”、“二对二”、“三对三”等。

机器人足球比赛是机器人赛事中较综合的项目，需要一定的软硬件以

及动手能力、创新能力、协调能力以及团队合作精神，具有一定挑战性，鉴于比赛类型较多，比赛策略多样，在此不深入阐述，有兴趣可参见广茂达公司定期举办的机器人比赛培训课程。

23．5 机器人足球比赛规则

机器人足球比赛历届比赛规则都有所改变，最新比赛规则可查询上海广茂达伙伴机器人有限公司网站相关内容，网址 www.grandar.com

附录一　常用电子元器件识别

1．1 电阻

电阻在电路中用“R”加数字表示，如：R1 表示编号为 1 的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置等。衡量电阻器的两个最基本的参数是阻值和功率。阻值用来表示电阻器对电流阻碍作用的大小，用欧姆（Ω）表示。倍率单位有：千欧（KΩ），兆欧（MΩ）等。换算方法是

1 MΩ=1000 KΩ=1000000 Ω

功率用来表示电阻器所能承受的最大电流，用瓦特表示，有 1/16W，1/8W，1/4W，1/2W，1W，2W 等多种，超过这一最大值，电阻器就会烧坏。

1．1．1 电阻种类

根据电阻器的制作材料不同，有水泥电阻（制作成本低，功率大，热噪声大，阻值不够精确，工作不稳定），碳膜电阻，金属膜电阻（体积小，工作稳定，噪声小，精度高）以及金属氧化膜电阻等等。根据其阻值是否可变可分为微调电阻，可调电阻，电位器等。

1．1．2 电阻标志法

电阻的标志方法分为下列四种：

a．直标法：

直标法是将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上，其允许偏差则用百分数表示，末标偏差值的即为±20%的允许偏差。

b．文字符号法：

文字符号法是将电阻器的标称值和允许偏差值用数字和文字符号法按一定的规律组合标志在电阻体上。

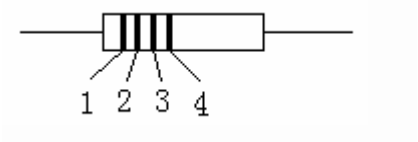
c．数码标志法：

在产品和电路图上用三为数字来表示元件的标称值的方法称之为数码标志法。常见于贴片电阻或进口器件上。在三位数码中，从左至右第一、二位数表示电阻标称值的第一、二位有效数字，第三位数为倍率 10n 的

“n”（即前面两位数后加“0”的个数）,单位为 Ω。例如标识为 222 的电阻器，其阻值为 2200Ω 既 2.2KΩ；表识为 105 的电阻器为 1MΩ；标志为 47 的电阻器阻值为 4.7Ω。需要注意的是要将这种标志法与传统的方法区别开来：如标志为 220 的电阻器其电阻为 22Ω，只有标志为 221 的电阻器其阻值才为 220Ω。标志为 0 或 000 的电阻器，实际是跳线，阻值为 0Ω。在一些微调电阻器阻值的标志法除了用三位数字外还有用两位数字的。如标志为 53 表示 5，14 和 54 分别表示 10 和 50。一些精密贴片电阻器也有用四位数字表示法，如 1005 表示 10 等。

d．色标法：

碳质电阻和一些 1/8 瓦碳膜电阻的阻值和误差用色环表示。靠近电阻端的是第一道色环，其余顺次是二、三、四道色环。第一道色环表示阻值的最大一位数字，第二道色环表示第二位数字，第三道色环表示阻值未应该有几个零。第四道色环表示阻值的误差。



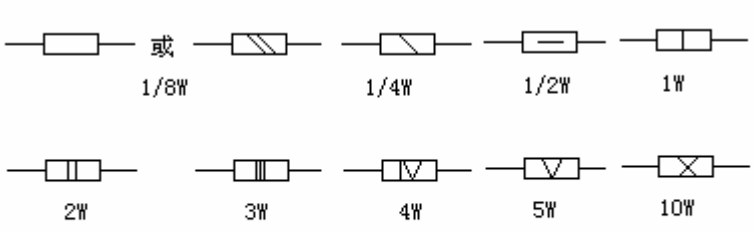
色环颜色所代表的数字或者意义见下表。

色 别	第一色环 最大一位数字	第二色环 第二位数字	第三色环 应乘的数	第四色环 误 差
棕	1	1	10	
红	2	2	100	
橙	3	3	1000	
黄	4	4	10000	
绿	5	5	100000	
蓝	6	6	1000000	
紫	7	7	10000000	
灰	8	8	100000000	
白	9	9	1000000000	
黑	0	0	1	
金			0.1	±5%
银			0.01	±10%
无色				±20%

比如有一个碳质电阻，它有四道色环，顺序是红、紫、黄、银。这个电阻的阻值就是 270000 欧，误差是±10%。双比如有一个碳质电阻，它有棕、绿、黑三道色环，它的阻值就是 15 欧，误差是±20%。

1．1．3 电阻的额定功率

所谓电阻的额定功率值，指的是电阻所承受的最高电压和最大电流的乘积。每个电阻都有其额定功率值，常见电阻的额定功率一般分为 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、3W、4W、5W、10W 等。其中 1/8W 和 1/4W 的电阻较为常用，不过，在大电流场合，大功率的电阻也用得很普遍。下图为各额定功率值功率的电阻在电路图上的符号。不难看出，额定功率值在 1W 以上用罗马数字表示。



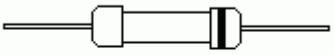
电阻额定功率值在电路图上的符号

1．1．4 其它类型的电阻

a．保险电阻

保险电阻在电路图中起着保险丝和电阻的双重作用，主要应用在电源电路输出和二次电源的输出电路中。它们一般以低阻值（几欧姆至几十欧姆），小功率（1/8~1W）为多，其功能就是在过流时及时熔断，保护电路中的其它元件免遭损坏。

在电路负载发生短路故障，出现过流时，保险电阻的温度在很短的时间内就会升高到 500~600℃，这时电阻层便受热剥落而熔断，起到保险的作用，达到提高整机安全性的目的。



保险电阻外形图

b．NTC（负温度系数）热敏电阻

NTC 热敏电阻器就是负温度系数热敏电阻器。它是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料，采用陶瓷工艺制造而成的。这些金属氧化物材料都具有半导体性质，因为在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料。温度低时，这些氧化物材料的载流子（电子和孔穴）数目少，所以其电阻值较高；随着温度的升高，载流子数目增加，所以电阻值降低。

关于电阻的种类还有很多，可查阅其它相关资料。

1．2 电容

电容在电路中一般用“C”加数字表示。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

1．1．1 电容种类

常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

1．1．2 电容标志法

电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉（F）表示，其它单位还有：毫法（mF）、微法（uF）、纳法（nF）、皮法（pF）。其中：

$$1\text{ 法拉}=10^{3}\text{ 毫法}=10^{6}\text{ 微法}=10^{9}\text{ 纳法}=10^{12}\text{ 皮法}$$

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10uF/16V，容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示。

字母表示法：

1m=1000uF　1P2=1.2PF　1n=1000PF

数字表示法：

一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。如：102 表示 10×102PF=1000PF　224 表示 22×104PF=0.22uF。

1．2．3 电容误差表示法

符号 F、G、J、K、L、M 允许误差分别为±1%、±2%、±5%、±10%、±15%、±20%，如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0.1uF，误差为±5%。

1．3 电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L3 表示编号为 3 的电感。电感是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示 1uH（误差 5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H）换算单位有：1H=103mH=106uH。

能力风暴扩展卡中只有超声传感器中用到了电感。

1．4 二极管

晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D4 表示编号为 4 的二极管。二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。

1．4．1 二极管的识别

二极管的识别很简单，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

1．4．2 二极管的测试

二极管方向或好坏可用万用表来检测，测试注意事项：用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

1．4．3 二极管的测试

常用的 1N4000 系列二极管耐压比较如下：

型号	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007
耐压/V	50	100	200	400	600	800	1000

1．5 稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5 表示编号为 5 的稳压管。

1．5．1 稳压二极管稳压原理

稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这 3 种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后 2 种故障表现为电源电压变

低到零伏或输出不稳定。

1．5．2 常用稳压二极管稳压值

常用稳压二极管的型号及稳压值如下。

型号	1N 4728	1N 4729	1N 4730	1N 4732	1N 4733	1N 4734	1N 4735	1N 4744	1N 4750	1N 4751	1N 4751
稳压值/V	3.3	3.6	3.9	4.7	5.1	5.6	6.2	15	27	30	75

1．6 三极管

晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q9 表示编号为 9 的三极管。晶体三极管（简称三极管）是内部含有 2 个 PN 结，并且具有放大能力的特殊器件。它分 NPN 型和 PNP 型两种类型。常用的 PNP 型三极管有：A92、9015 等型号；NPN 型三极管有：A42、9014、9018、9013、9012 等型号。

晶体三极管主要起电信号放大作用，在常见电路中有三种接法。共发射极电路、共集电极电路以及共基极电路。下面给出了晶体管三种接法电路所具有的特点。

	共发射极	共集电极（射极输出）	共基极
输入阻抗	中（几百欧～几千欧）	大（几十千欧以上）	小（几欧～几十欧）
输出阻抗	中（几千欧～几十千欧）	小（几欧～几十欧）	大（几十千欧～几百千欧）
电压放大倍数	大	小（小于 1 并接近于 1）	大
电流放大倍数	大（几十）	大（几十）	小（小于 1 并接近于 1）

功率放大倍数	大（约 30～40 分贝）	小（约 10 分贝）	中（约 15～20 分贝）
高频特性	差	好	好
应用	多级放大器中间级，低频放大	输入级、输出级或作阻抗匹配用	高频或宽频带电路及恒流源电路

三极管的好坏与管脚判别也可通过万用表来检测，具体方法不再详述。可参考其它资料。

常用的电子元器件还有很多，这里不再详述。

附录二　常见可充电电池简介

目前主流的可充电电池包括镍镉电池（NiCd）、镍氢电池（NiMH）和锂离子电池（Li-Ion）。由于具有不同的特性所以它们被应用在不同的移动设备。

2．1 镍镉电池

镍镉电池以镍的氧化物作为正极，氧化镉作为负极，碱液（主要为氢氧化钾）作为电解质制成的电池，经密封后构成蓄电池。在蓄电池容器内，进行的电化学反应如下：

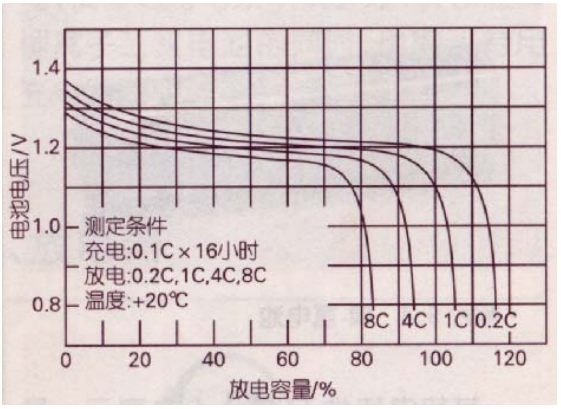
KOH水溶液

（正极）　（负极）（电解液）　（正极）　（负极）

$$2NiOOH + Cd + 2H_2O \underset{\text{充电}}{\overset{\text{放电}}{\rightleftharpoons}} 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

镍镉电池平均使用电压 1.2V，充电次数为 300～800 次，从长期使用的观点来看，与碱性电池相比，使用镍镉电池非常经济，此外镍镉电池在大电流放电时可维持平稳的端电压（1.2V），不会出现电压低下现象，这些优点使得镍镉电池曾是使用最多的一种充电电池。

镍镉电池最大的缺点是：在充放电过程中如果处理失当会出现严重的“记忆效应”，使得电池寿命大大缩短，除此之外，自放电速度较快，在充满电后，如果一段时间不使用，电量会下降很多，一般适合放电保存，等到需要使用时再临时进行充电。此外镍镉电池中的镉是有毒的重金属，不利于生态环境的保护。目前镍镉电池基本上已经完全被淘汰，只有在少数对电量要求不太高的设备上可以看到它的身影。



镍镉电池放电特性：

1．放电电压依据其放电电流多少有些差异，大体上是 1.2V 左右；

2．当放电达到放电终了的极限时称之为"放电终止电压"，镍镉电池的放电终止电压为 1.0V/cell；

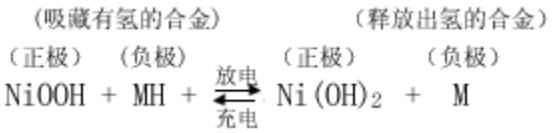
3．使用温度范围在-20℃~60℃，在此范围内可进行放电。

4．镍镉镍氢电池放电电压基本恒定,很难预测放电何时结束

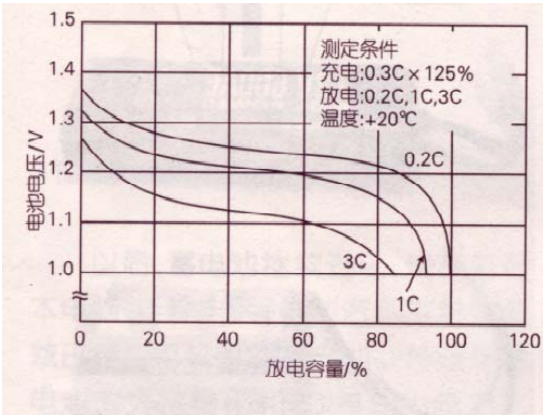
当镍镉电池重复经过几次维持在低容量的放充后，如果必须做一个较大量的放电时电池会无法作用，这种情形我们称为"记忆效应"。建议十次充电后进行一次放电，以消除记忆效应。

2．2 镍氢电池

镍氢电池是镍镉电池的一种改进型产品，镍氢电池是以镍氧化物作为正极，储氢金属作为负极，碱液（主要为氢氧化钾）作为电解液制成的电池。由于不含有毒的重金属镉，所以镍氢电池是一种非常环保的产品，是现在市场上主流电池。其电化学反应如下：



镍氢电池与镍镉电池平均使用电压都是 1.2V，它的充电时间比镍镉电池略长，各方面性能较镍镉电池都优良许多。与镍镉电池相比，镍氢电池具有如下特点：



a.更大的单位体积能量密度。在相同体积下镍氢电池具有比镍镉电池更大的容量。

b.镍氢电池的耐用性较高。一般情况下镍氢电池的可充电次数普遍在 600 次以上，某些质量好的产品充放电可达 1200 次。

c.镍氢电池大大减少了“记忆效应”，这使镍氢电池的循环使用寿命更加长久。

d.镍氢电池在生产上不会产生有害物质，报废的镍氢电池也可以进行回收再利用。

镍氢电池也存在一些缺点：它对温度比较敏感，在45摄氏度以上及0摄氏度以下的环境下，镍氢电池就不能正常工作。另外，镍氢电池也存在着轻微的记忆效应，因此，定期的放电管理也是必需的。

2．3 锂离子电池

虽然镍氢电池电池在某些特性上非常的优秀，不过由于目前的移动设备对电池容量以及体积方面的要求日渐增高，所以镍氢电池很快被锂离子电池所替代。注意，锂离子电池与锂电池有所不同，锂电池在其内部采用了较为活泼的锂金属化和物作为载体，所以经常会出现燃烧、爆裂的情况，由于这些不安全因素使得早期的锂电池很快被淘汰了。而我们现在所看到的锂离子电池是一种改进型的产品，它在早期的锂电池的基础上加入了能抑制锂元素活跃的材料，所以在使用上也更加的安全。一些用户通常把锂离子电池简称为锂电池。

锂离子电池是它是用嵌入锂的化合物作正极，碳素材料作负极，用锂盐非水有机溶剂为电解质制成的电池。当充电时，锂离子游向负极被分层结构的碳所吸附；当放电时，碳分层结构里吸附的锂离子又回游到正极，也就是说，该蓄电池在周而复始的充放电过程中，出现的只是锂离子而不是活泼的锂金属。因此，锂离子具备较好的安全性和可使用的寿命。锂离子电化学反应如下：

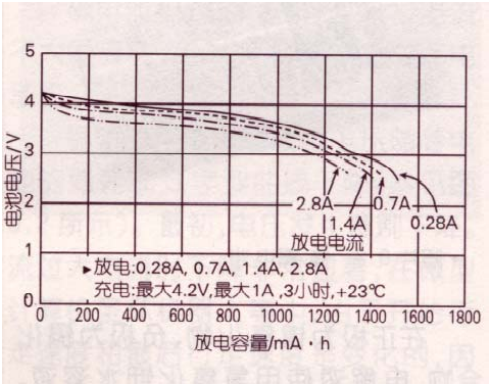
$$\underset{\text{（正极）}}{Li_{(1-X)}CoO_2} + \underset{\text{（负极）}}{xLiC_6} \underset{\text{充电}}{\overset{\text{放电}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{（正极）}}{LiCoO_2} + \underset{\text{（负极）}}{xC_6}$$

锂离子电池的电量大小大约是同体积镍氢电池的1.5倍，放电电压为3.6~3.7V，这几乎是镍镉、镍氢电池的三倍，在输出同等电压的情况下单个锂离子电池组合时数目可减少3分之1，从而使成型后的电池重量和体积减小，加上锂离子电池的单位重量要比镍氢电池轻了许多，所以不论是从容量、体积还是重量上锂离子电池都更加适合现在在重量以及体积上越来越倾向于轻薄的移动设备。

除此之外，锂离子电池还有输出电压平坦、自放电小、没有明显的记忆效应，不需要定期的充放电管理等优点。缺点是价格相对比较高。目前市场上锂离子电池的生产和销售正逐渐超过镍氢电池了。

注意：镍氢电池及锂电池无法耐过充电。因此，镍氢电池以定电流充电的 PICK CUT 控制方式在充电电压达到最高时，停止继续充电为最好的充电方式。而锂电池则使用定电流、定电压方式充电最好，若以镍镉电池的充电器－DV 控制方式进行充电的话会对镍氢电池和锂电池造成损坏。

下面是锂电池放电曲线图。



2．4 可充电电池比较

	镍镉电池		镍氢电池	锂离子电池
公称电压	1.2V		1.2V	3.6V
使用温度范围	充电	0℃～40℃	0℃～40℃	0℃～40℃
	放电	－20℃～60℃	0℃～50℃	－20℃～60℃
自放电率	15%～13%（月）		25%～35%（月）	5%～8%（月）
内阻	7mΩ～19mΩ		18mΩ～35mΩ	80mΩ～100mΩ
记忆效应	有		有	无
特长	1. 低成本 2. 良好的耐过充性能 3. 良好的快充性能		1. 低成本 2. 良好的快充性能 3. 循环寿命长	1. 高的能量密度 2. 高的工作电压 3. 无记忆效应 4. 循环寿命长

	4. 循环寿命长 5. 广泛的温度使用范围 6. 中度的自放电率 7. 良好的安全性能	4.记忆效应小 5. 无污染绿色电池 6. 广泛的温度使用范围 7. 安全性能好	5. 无污染 6. 重量轻 7. 自放电小
价格	低	中	高

2．5 可充电蓄电池常用术语

下面列举了一些关于可充电蓄电池常用术语，以下资料摘自比亚迪公司网站。

电池的额定容量

指在一定放电条件下,电池放电至截止电压时放出的电量。IEC 标准规定镍镉和镍氢电池在 20+_ 5c 环境下,以 0.1C 充电 16 小时后以 0.2C 放电至 1.0V 时所放出的电量为电池的额定容量,以 C5 表示而对于锂离子电池,则规定在常温,恒流(1C)恒压(4.2V)控制的充电条件下,充电 3 h 再以 0.2C 放电至 2.75V 时,所放出的电量为其额定容量电池容量,电池容量的单位有 Ah,mAh(1Ah=1000mAh).

放电残余容量

当对可充电电池用大电流（如 1C 或以上）放电时，由于电流过大使内部扩散速率存在的“瓶颈效应”，致使电池在容量未能完全放出时已到达终点电压，再用小电流如 0.2C 还能继续放电，直至 1.0V/支时所放出的容量称为残余容量。

标称电压、开路电压、中点电压、终止电压

电池的标称电压指的是在正常工作过程中表现出来的电压,二次镍镉镍氢电池标称电压为 1.2V;二次锂电池标称电压为 3.6V。
开路电压指在外电路断开时，电池两个极端间的电位差；
终点电压指电池放电实验中，规定的结束放电的截止电压；
中点电压指放到 50%容量时，电池的电压主要用来衡量大电流放电系列电池高倍率放电能力，是电池的一个重要指标。

常见的充电方式

镍镉和镍氢电池的充电方式:
1. 恒流充电:整个充电过程个中充电电流为一定值,这种方法最常见。
2. 恒压充电：充电过程中充电电源两端保持一恒定值，电路中的电流随电池电压升高而逐渐减小。
3. 恒流恒压充电:电池首先以恒流充电 CC,当电池电压升高至一定值时,电压保持不变 CV,电路中电流降至很小,最终趋于 0。
锂电池的充电方式：
恒流恒压充电：电池首先以恒流充电 CC，当电池电压升高至一定值时，电压保持不变 CV，电路中电流降至很小，最终趋于 0。

标准充放电

IEC 国际标准规定的镍镉和镍氢电池的标准充放电为：
首先将电池以 0.2C 放电至 1.0V/支，然后以 0.1C 充电 16 小时，搁置 1 小时后，以 0.2C 放至 1.0V/支，即为对电池标准充放电。

涓流充电

涓流充电是用来弥补电池在充满电后由于自放电而造成的容量损失。一般采用脉冲电流充电来实现上述目的。根据以往测试的经验，电池在充满电后在 40 由于自放电损失的容量大约是标称容量的 5%。从理论上讲，以 C/500 的电流持续充电即可弥补自放电造成的容量损失：
C*5/100*24h*C/500，但是，由于电流太小，实际上充电效率非常低，使得基本无法充进电。我们采用脉冲充电方法可以解决这个问题。用 C/10 充电 1.2 秒，搁置 58.8 秒。按照上述条件每天充电的容量约为标称容量的 5%。一般而言，脉冲充电的方式在以下范围内较为适合，可根据实际情况选用。充电电流：C/20，充电时间：0.1 秒到 60 秒。涓流充电的例子：
充电高充电低脉冲周期 S 每天充电容量电流时间电流时间 C/10 1.2s 0C 58.8s 60s 标准容量的 5% C/20 2.4s 0C 57.6s 60s C/10 0.6s 0C 29.4s 30s。

脉冲充电

由于镍镉电池在常规充电时容易极化，常规恒压或恒流充电均会使电解液持续产生氢氧气体，其氧气在内部高压作用下，渗透至负极与镉板作用生成 CdO ,造成极板有效容量下降。脉冲充电一般采用充与放的方法，即充 5 秒钟，就放 1 秒钟。这样充电过程产生的氧气在放电脉冲下将大部

分被还原成电解液。不仅限制了内部电解液的气化量，而且对那些已经严重极化的旧电池，在使用本充电方法充放电 5-10 次后，会逐渐恢复或接近原有容量。

充电效率

指电池在一定放电条件下放至某一截止电压时放出的容量与输入的电池容量的比值它可按照以下公式计算：
充电效率=（放电电流* 放电至截止电压的时间
/充电电流* 充电时间）* 100%
输入的能量部分用来将活性物质转换为充电态，部分消耗在副反应上来产生氧气，充电效率受到充电速率和环境温度的影响，充电时充电电流必须在一定范围内，电流太小或太大充电效率都很低，由于电池还存在自放电，致使电池无法充满电。

标准耐过充测试

IEC 规定镍镉和镍氢电池的标准耐过充测试为:
将电池以 0.2C 放电至 1.0V/支,以 0.1C 连续充电 28 天,电池应无变形,漏液现象,且过充电后其 0.2C 放电至 1.0V 的时间应大于 5 小时.
IEC 规定锂电池的标准耐过充测试为:
1).将电池 0.2C 放电至 3.0 V
2).用电流 I 任意设置 10V 电压对电池充电充电时间为 T=2.5*C5/I
3).电池最终不爆炸和起火

过充电

过充电是指电池经一定充电过程充满电后，再继续充电的行为，对 Ni-Cd 电池，过充电产生如下反应：
正极：4OH- - 4e 2H2O + O2
负极：2Cd + O2 2CdO
由于在设计时，负极容量比正极容量要高，因此，正极产生的氧气透过隔膜纸与负极产生的镉复合。故一般情况下，电池的内压不会有明显升高，但如果充电电流过大，或充电时间过长，产生的氧气来不及被消耗，就可能造成内压升高，电池变形，漏液，等不良现象。同时，其电性能也会显著降低。

过放电

电池放完内部储存的电量，电压达到一定值后，继续放电就会造成过放电，通常根据放电电流来确定放电截止电压。0.2C-2C 放电一般设定 1.0V/支,3C 以上如 5C 或 10C 放电设定为 0.8V/支,电池过放可能会给电池带来灾难性的后果,特别是大电流过放，或反复过放对电池影响更大。一般而言，过放电会使电池内压升高，正负极活性物质可逆性受到破坏，即使充电也只能部分恢复，容量也会有明显衰减。

记忆效应

记忆效应是针对镍镉电池而言的，由于传统工艺中负极为烧结式，镉晶粒较粗，如果镍镉电池在它们被完全放电之前就重新充电，镉晶粒容易聚集成块而使电池放电时形成次级放电平台。电池会储存这一放电平台并在下次循环中将其作为放电的终点，尽管电池本身的容量可以使电池放电到更低的平台上。在以后的放电过程中电池将只记得这一低容量。同样在每一次使用中，任何一次不完全的放电都将加深这一效应，使电池的容量变得更低。

要消除这种效应，有两种方法，一是采用小电流深度放电（如用 0.1C 放至 0V）一是采用大电流充放电（如 1C）几次。对 BYD 镍镉电池来说，由于负极的工艺全部为拉浆式，镉晶粒不会聚集，不存在记忆效应的问题。

附录三　微型伺服电机

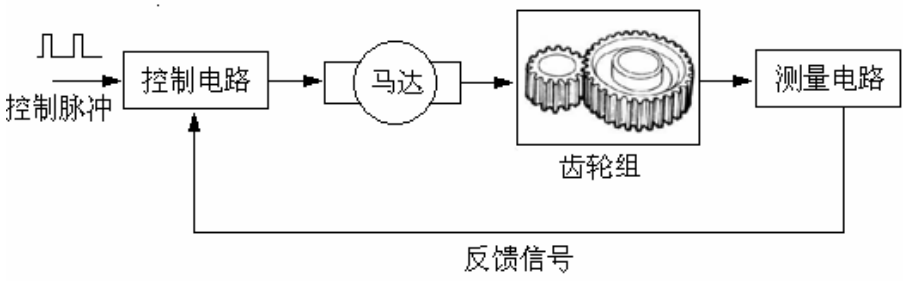
微型伺服电机主要用于运动方向控制，当伺服马达接收到一个位置指令后，马达就会运动到指定位置。伺服电机种类很多，规格各异，我们这里主要针对上海广茂达公司 5 自由度机器手臂上所使用的台湾 GWS(广营电子)生产的 S15 CLMG（即 AS-CWS15）伺服电机作简要介绍。

GWS 生产多种规格伺服电机，具体资料可查询相关公司的网站信息，S15 CLMG 属于其中超高速大扭力系列伺服电机，它的扭力可达 9.2kg.cm，速度为 0.13 秒/60°，CLMG 的型号表明伺服电机内部采用无核心马达、双滚珠轴承以及全金属齿轮。S15 CLMG 特点是高速度、高扭力、高可靠性。

扭力的单位是 kg.cm，意思是在摆臂长度 1 公分处，能吊起几公斤重的物体，速度的单位是 秒/60°，意思是伺服电机转动 60°所需要的时间。

3．1 工作原理

S15 CLMG 伺服电机由控制电路板、位置检测电路、小型直流马达以及变速齿轮组组成。其工作原理是外部脉冲控制信号经控制电路判断电机转动方向，驱动马达转动，经过减速齿轮机构将动力传至摆臂，同时马达当前的位置由位置检测电路转换为电压信号反馈到输入端控制电路，将其



与输入的控制脉冲信号比较，并驱动马达正向或反向地转动，使齿轮组的输出位置与期望值相符，从而达到使伺服马达精确定位的目的。

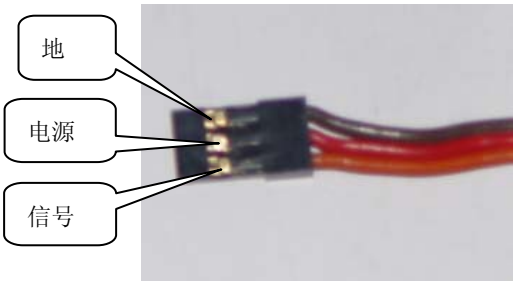
3．2 伺服电机内部结构

S15 CLMG 伺服电机采用无核心马达。一般的伺服电机是将细铜线缠绕在三极转子上，当电流流经线圈时便会产生磁场，与转子外围的磁铁产生排斥作用，进而产生转动的作用力。依据物理学原理，物体的转动惯量与质量成正比，因此要转动质量愈大的物体，所需的作用力也愈大。为提高伺服电机响应速度，将细铜线缠绕成极薄的中空圆柱体，形成一个重量极轻的五极中空转子，并将磁铁置於圆柱体内，这就是无核心马达。采用无核心马达可提高伺服电机转速并减少电能损耗。

S15 CLMG 伺服电机的变速齿轮组采用全金属齿轮，金属齿轮具有不会因负载过大而崩牙的优点，这样可以延长伺服电机使用寿命，一般大扭力及高速型伺服电机都采用金属齿轮。此外 S15 CLMG 采用双滚珠轴承，从而使得马达转动时能更轻快精准。

3．3 伺服电机的控制

S15 CLMG 伺服电机有三条控制线，分别为：电源、地及控制信号线。电源线与地线用于提供内部的直流马达及控制线路所需的能源，电压通常介于 4.8V—7.5V 之间。控制信号为周期性脉冲信号。



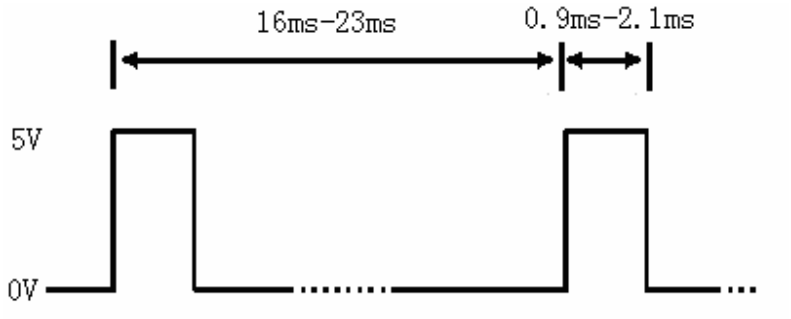
GWS 的伺服机信号线的信号周期是 16~23ms，伺服机的角度控制是由输入脉波宽来决定的，也就是电位为高的时间来决定。控制信号脉宽为多少，

电机摆臂就定在哪里，当脉宽为 1.5ms 时，摆臂定在中立点，小于 1.5ms 摆臂转向一边定住，摆臂转动的角度由脉冲宽度而定，大于 1.5ms 则摆臂转向另一边相应位置定住。S15 CLMG 摆臂转动角度与脉宽的关系并不非常严格，大致关系如下。

脉宽/ms	摆臂位置/度
0.8-0.9	顺时针上限
0.9	+60±10°
1.5	0°（中间位置）
2.1	-60±10°
2.1-2.2	逆时针上限

当控制信号脉冲宽度超过正反两方向上限时线性度会下降，对伺服电机的使用也有一定影响，因此一般不允许这样做，应留一定裕度。

下面是伺服电机控制信号波形示意图：



脉冲信号周期对伺服机的影响并不大，据实测结果，当脉冲信号周期低到 10ms 时对摆臂角度位置影响不大，因此为了得到更好的控制效果，可以适当将控制信号周期适当缩小，提高系统采样频率。

3．4 伺服电机的使用

要使用好伺服电机，要注意一下几点：

a．S15 CLMG 伺服电机具有速度快、扭力大的优点，但耗电较多高，对电源要求较高，如用电池供电，需采用高品质、高容量的镍镉、镍氢或锂离子电池，提供稳定且充裕的电流，这样才能发挥伺服电机应有的性能。

b．S15 CLMG 伺服电机不是一个精确的定位器件，即使是使用同一品牌型号的微型伺服马达产品，他们之间的差别也是非常大的，在同一脉冲驱动时，不同的伺服马达存在±10º的偏差也是正常的，如用于控制机械手臂动作，安装时首先进行标定。

c.尽量采用避振垫圈来保护伺服电机，同时注意安装时不可过度锁紧，造成避振垫圈变形。

d．伺服电机工作电压不要超过规定范围，不要为了提升伺服电机的性能不要随意改变电源电压。

e.伺服马达的瞬时运动速度是由其内部的直流马达和变速齿轮组的配合决定的，在恒定的电压驱动下，其数值唯一。但其平均运动速度可通过分段停顿的控制方式来改变伺服，例如，我们可把动作幅度为 60º的转动细分为 100 个停顿点，通过控制每个停顿点的时间长短来实现 0º—60º变化的平均速度。

f．要特别注意，绝不可加载让伺服马达输出位置超过±90º的脉冲信号，否则会损坏伺服马达的输出限位机构或齿轮组等机械部件。

g．伺服马达的输出位置角度与控制信号脉冲宽度没有明显统一的标准，而且其行程的上下限对于不同的厂家来说也有很大差别，在使用、更换伺服电机之前，确保电源、信号正确。

3．5 伺服电机的技术参数

工作电压	4.8—7.5VDC
速度	0．13 秒/60 度
扭力(工作电压 6V)	9．2kg.cm
工作温度	-20℃ ~ +60℃
脉冲周期	16-23 ms
脉宽	0.9 ~ 2.1ms

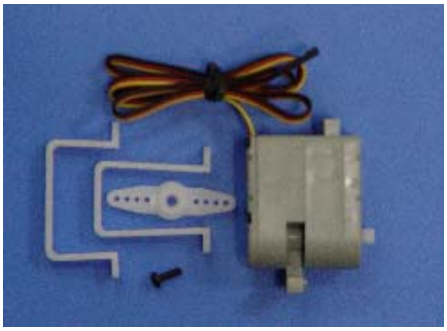
3．6 其它微型伺服电机

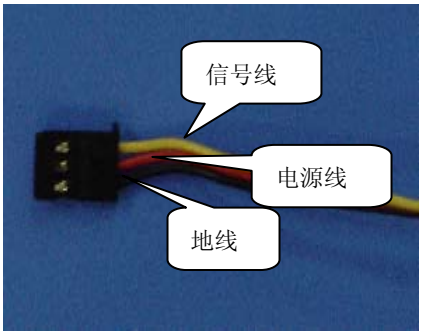
市场上微型伺服电机种类繁多，在这里我们简要介绍一下 AS-CWS01 微型伺服电机。

AS-CWS01 工作原理与内部结构与上面介绍的广营电子微型伺服电机类似，但内部采用塑料齿轮结

构，因此相对而言扭力相对较小，控制信号也稍有差别。AS-CWS01 使

用方法与 AS-CWS15 类似。电源引线有三条，分别为地线 GND、工作电源线 VCC（其工作电压通常介于 4.8V—6.0V 之间）以及控制信号线。





下面是 AS-CWS01 微型伺服电机技术参数。

工作电压	4.8－6VDC
速度	0．18 秒/60 度（6V）
扭力(工作电压 6V)	3.0kg.cm
工作温度	-20℃ ~ +60℃
脉冲周期	20 ms
脉宽	0.5 ~ 2.5ms

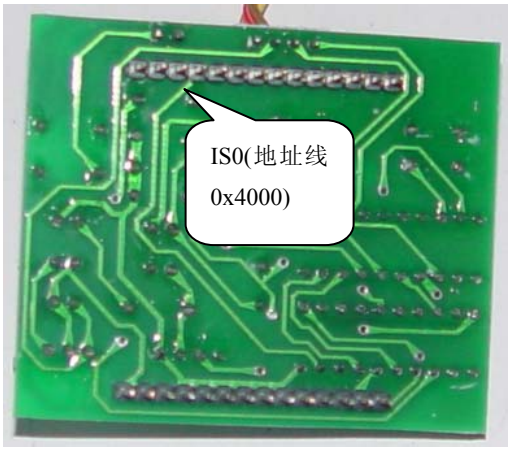
附录四 能力风暴扩展卡的改造

在比赛时，机器人常常要使用多个扩展卡，如果扩展卡地址相同，使用时就会产生冲突现象，这时如果扩展卡提供了地址跳线，可以通过改变避免，如扩展卡没有地址跳线就必须对扩展卡进行改造。

下面以机器人灭火或足球比赛常用扩展卡数字指南针和多功能扩展卡

为例说明怎样对扩展卡进行改造。

我们知道数字指南针地址为 0x4000 (IS0)，多功能扩展卡地址为 0x4000 (IS0，数字输入口)、0x4000 (OS0，数字输出口)和 0x5000 (OS1，电机控制端口)，数字指南针扩展卡和多功能扩展卡都占用了 0x4000 (IS0), 如果直接将两个卡叠加使用，数字指南针就会和数字输入口冲突，为此我们对数字指南针地址进行改造。



首先确定数字指南针地址线，参考一下能力风暴主板 ASBUS 总线资料，即可发现左图所示数字指南针将 IS0 作为输入数据选通信号，因此数字指南针地址为 0x4000。

将数字指南针上 ASBUSB 总线上 IS0 对应的插针用电烙铁取下来。

确定数字指南针新的地址，可以取 0x5000、0x6000 或 0x7000，新的地址不能与其它一起使用的扩展卡相同。

假设数字指南针新的地址取为 0x7000，0x7000 地址对应的选通信号线为 IS3，在 ASBUSB 上找到 IS3，将 IS0 和 IS3 用短接线连接起来。如左图所示。这样数字指南针地址就由 0x4000 改变为 0x7000。

将测试程序下载到机器人中对数字指南针进行检测。

```
void main()
{
  while(1)
  {
```

```
        printf("Orient =%d\n",2*peek(0x7000));
        wait(0.2);
    }
}
```

注意数字指南针地址已改变为 0x7000，因此应通过 peek(0x7000)读取方位数据。将数字指南针和多功能卡在能力风暴机器人上一起使用，观察它们是否会相互干扰。